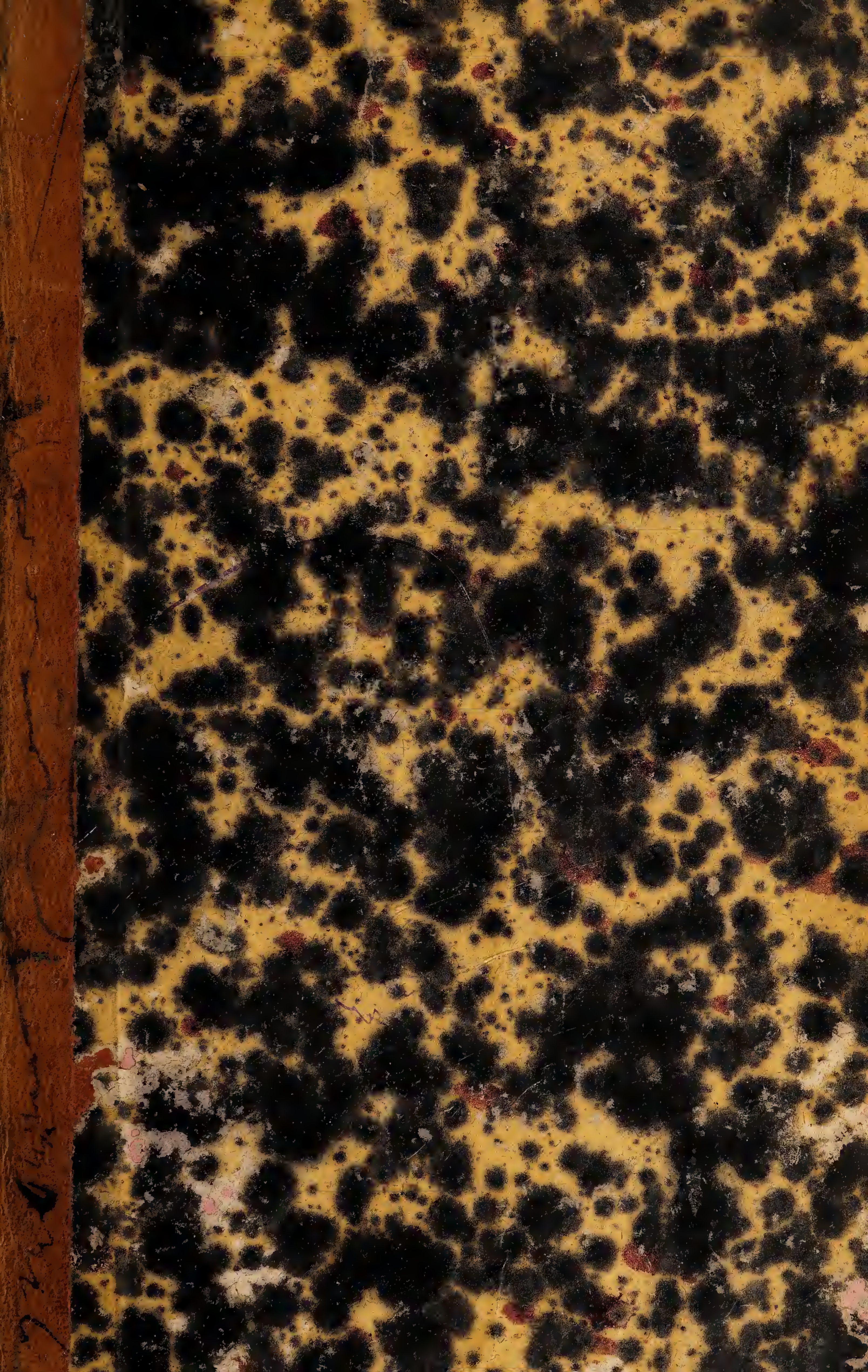


TRATADO

DE

QUÍMICA ORGÁNICA.

TRATADO

DE

QUÍMICA ORGÁNICA,

POR JUSTO LIEBIG,

revisado y considerablemente aumentado por el autor,

PUBLICADO EN FRANCÉS

POR CH. GERHARDT,

profesor de química en la facultad de ciencias de Montpeller; y vertido de este idioma al español por los Doctores en Farmacia D. Rafael Saez y Palacios, farmacéutico mayor de los hospitales generales, y regente agregado de la facultad de Farmacia de la Universidad de Madrid; y D. Cárlos Ferrari y Scardini, segundo farmacéutico de los mismos.



MADRID.—1847.

ESTABLECIMIENTO TIPOGRAFICO-LITERARIO, UNIVERSAL.

LA ILUSTRACION.

Calle de la Madera baja, núm. 8,


WELLCOME
HISTORICAL
MEDICAL
LIBRARY



M. Gay Lussac,

Par de Francia,

Individuo de la Academia real de Ciencias del Instituto, etc., etc.

Homenaje de reconocimiento y amistad.

PRÓLOGO.

Esta obra es quizá mas bien el ensayo de un nuevo sistema de química orgánica, que un tratado completo de esta ciencia. En la clasificacion de las combinaciones orgánicas, es principalmente donde he hallado las mismas dificultades que los que me han precedido.

La descripcion de estos compuestos por grupos, atendiendo á la analogia de sus propiedades, tal como se halla admitida en la química inorgánica, ofrece á la verdad muchas ventajas respecto á su esposicion, porque permite establecer ciertas comparaciones muy útiles y faciles de comprender; pero presenta grandes inconvenientes para la enseñanza.

Nunca serán las propiedades físicas de los compuestos orgánicos las que nos hagan conocer su verdadera naturaleza, porque por lo regular, aunque todos ellos presenten entre si una semejanza perfecta en cuanto á su forma, estado, color y volatilidad, dan origen á reacciones químicas tan diversas, que es imposible decidirse á colocarlos en una misma clase. Agru-

pando los cuerpos por sus propiedades físicas, no se pueden separar la aldehida, el alcohol y la acetona; del mismo modo la salicina y la florizina deben comprenderse entre las sustancias amargas cristalizables.

Mas siguiendo este método se rompen los lazos naturales que unen las materias orgánicas entre sí, y ademas la dificultad que se encuentra tambien para aplicarle de un modo rigoroso, es la existencia de cierta clase de cuerpos, tales como la óxamida, la orcina, la aloxana y la aloxantina, de los cuales no se conocen otros análogos en la química mineral.

Para establecer un sistema racional de química orgánica, se necesita, ante todo, conocer perfectamente la *constitucion* de los cuerpos, objeto de su estudio. Pero hasta el presente no tenemos datos exactos respecto á la de la bases y ácidos mas comunes, é ignoramos completamente la naturaleza química del azucar y del almidon.

La química orgánica se encuentra en la actualidad á la misma altura que se hallaba la química mineral en tiempo de Lemery, y me parece que el método mas conveniente que debiera adoptarse para las obras que se destinan á la enseñanza, es el que establecía este habil profesor en sus lecciones.

En quince años que hace que esplico la química orgánica, me he acostumbrado á reunir en grupos las combinaciones que tienen entre si cierta conexion respecto á sus propiedades químicas, principiando por las que nos ofrece la naturaleza enteramente formadas, y describiendo en seguida los productos que resultan de su descomposicion por los diversos agentes. Esponiendo en seguida los caracteres particulares y el modo como se forman estos productos, he podido trazar en la mente de mis discipulos una imágen exacta é indeleble de las relaciones que existen entre el cuerpo primitivo y estos productos. De este modo los principiantes se familiarizan con los procedimientos de investigacion de que la ciencia puede disponer, y dirigen su atencion hácia las formas tan numerosas que

adquieren los compuestos orgánicos bajo la influencia del calor y de los agentes químicos. Por otra parte no se puede menos convenir que en un curso de química orgánica, no es posible, por ejemplo, tratar por separado el ácido oxálico y la oxamida, la esencia de almendras amargas y el ácido benzoico, la acetona y el ácido acético. Por consiguiente he creido que un método fundado en este principio era indispensable en una obra que tiene por objeto desenvolver la conexion que existe entre las combinaciones orgánicas, bajo el punto de vista químico.

En la química mineral, los cuerpos simples nos suministran los elementos necesarios para constituir los diversos grupos de combinaciones; en la química orgánica nos vemos obligados á tomar por punto de partida ciertos compuestos hipoteticos, en favor de cuya existencia hablan un número considerable de analogías. En la actualidad, por el interes de la ciencia, es indispensable admitir los radicales compuestos, y poco importa que se llegue ó no á aislarlos, siempre que por este medio lleguemos al fin que nos hemos propuesto. Pero lo que se ha tratado de conseguir por medio de ellos es el poder hacer estensivos á ciertos grupos de cuerpos, los principios que nos han guiado en el estudio de la química mineral. Respecto á su aplicacion, los puntos de vista de que se puede partir son en verdad muy variados, pero solo deben preferirse aquellos que no estén en contradiccion consigo mismos, y que espliquen de un modo lógico todos los fenómenos.

El objeto de las ciencias físicas es formular los fenómenos de la naturaleza por medio de espresiones racionales. Cuando se investiga aplicar en su totalidad un sistema acerca de la constitucion de una série de combinaciones conocidas, á otra série de la que nos falta un gran número de términos, podemos llegar á descubrir estos términos desconocidos y á aclarar los puntos de desemejanza ó de analogía de las dos séries, y por lo tanto á rectificar nuestras ideas ó á sustituirlas con otras mas

exactas. Finalmente, cuando se traba la lucha entre opiniones divergentes, la verdad no tarda en salir triunfante, y por este medio es siempre como esta se descubre. Rechazar de un modo absoluto estos sistemas y las teorias que de ellos emanan, solo por evitar la discusion, sería destruir las bases de la ciencia.

En estos últimos tiempos, varios químicos se han pronunciado abiertamente contra las ideas antiguas, que han sido para nosotros el orígen de tantos descubrimientos, y han querido reemplazarlas con fórmulas puramente numéricas, espresiones vacías, que solo indican la composicion irracional de los cuerpos. Estos sabios se han ocupado en descubrir las modificaciones que esperimentan las fórmulas primitivas de los cuerpos, por la influencia de ciertos agentes, y escluir las consideraciones de un órden mas elevado, las cuales es preciso tomar en consideracion cuando se trata de la naturaleza y de las reacciones de los compuestos químicos. Así es que si se pregunta á ciertos autores cuál es la constitucion del éter, dirán tan solo que es $C_4\ H_{10}\ O$; otros responderán que la del alcohol es $C_2\ (H_{12}\ C_2\ O_2)\ 16$. Ciertamente que si la química no tubiese otro objeto que el de hallar resultados numéricos y progresiones geométricas, sería muy útil tratar matematicamente todas estas cuestiones, pero en el estado actual de nuestros conocimientos, este método es vicioso, dificulta toda especie de progreso, sin contar que para cada nuevo descubrimiento presentaría dificultades insuperables. Para los químicos que profesan estas opiniones, el cianuro de mercurio nunca sería otra cosa que el cuerpo $C_2\ N_2\ Hg$; mas para los que le han considerado como una combinacion de un metal con un radical compuesto, que hace veces de un elemento, este cuerpo ha llegado á ser el punto de partida de los descubrimientos mas numerosos é importantes que se han hecho en la química orgánica.

Conocidas las proporciones numéricas, la cuestion de

averiguar de que modo se hallan agrupados los elementos en una combinacion, es en verdad la mas importante para el desarrollo de la ciencia.

Bajo la influencia de ciertos agentes químicos se efectuan en los cuerpos ciertas sustituciones que no es posible someter á ninguna regla fija. Todos cuantos esfuerzos se han hecho con este objeto han tenido mal éxito, y se han visto abolidas al dia siguiente las leyes con las que en el anterior se creía haber enriquecido la ciencia. Verdad es que en ciertos casos particulares, que la teoría indica, las sustituciones se efectuan en virtud de reglas bastante constantes, pero esto no nos autoriza á hacer ninguna induccion para aquellos casos en que solo la analísis parece establecerlos. Así es que admitiendo la existencia de los ácidos nitro-sulfúrico $SO_2\ N_2\ O_2$, cloro-sulfúrico $OS_2\ Cl_2$, iodo-sulfúrico $SO_2\ I2$, se puede tambien considerar el ácido hiposulfuroso ó como ácido sulfúrico, en el cual el tercer átomo de oxígeno se halla reemplazado por su equivalente de azufre, pero no por esto podemos admitir que el quíntisulfuro de potasio, por ejemplo, es sulfato de potasa; en el que todo el oxígeno estaría reemplazado por azufre: $SS_3 + 2K$.

Por consiguiente no debe estrañarse que en esta obra no esponga teoría alguna acerca de las sustituciones.

Antes de terminar, es un deber mio dar las mas espresivas gracias á M. Carlos Gerhardt, mi amigo y antiguo discípulo, por el trabajo que ha querido tomarse en la redaccion de esta obra, y por las numerosas é importantes mejoras que ha podido introducir en ella, durante su permanencia en París. No puedo menos de manifestar que mis deseos son que su talento distinguido y sus profundos conocimientos le hagan proseguir la carrera que ha emprendido con toda la felicidad y suerte que se merece. Giessen 10 de abril de 1840.

J. LIEBIG.

INTRODUCCION.

La química orgánica trata de las materias que se producen en los órganos por la accion de la fuerza vital, y de las descomposiciones que esperimentan las mismas bajo la influencia de otras sustancias.

Los elementos mas principales que constituyen los cuerpos orgánicos son: el carbono, el hidrógeno, el oxígeno y el nitrógeno; todas las sustancias orgánicas contienen dos, tres, ó todos estos elementos, y alguna vez aunque rara, existe ademas azufre y fósforo.

Las diferencias fundamentales en las propiedades de los cuerpos orgánicos no dependen, como en la química mineral, de la diversidad de los elementos constitutivos, sino de las proporciones ponderales en que estos se hallan combinados, ó en igualdad de composicion, del modo como se encuentran agrupados.

Por consiguiente el objeto principal de la química orgá-

nica consiste en averiguar la composicion, las propiedades y las reacciones de los compuestos orgánicos, y el modo como se hallan agrupados sus elementos. Por el conocimiento de estos diversos caracteres se consigue establecer los puntos de contacto que existen entre ciertos grupos de compuestos orgánicos, y al mismo tiempo apreciar la relacion íntima que les une. Una teoría fundada en la *constitucion* de una série de compuestos no es otra cosa que la espresion de esta relacion.

No existe una sola sustancia orgánica que no contenga en una molécula (un átomo) menos de tres equivalentes de los elementos; hay casos en que dos moléculas se hallan unidas de modo que la suma de sus principios constituyentes se vé que es igual á tres equivalentes, como sucede, por ejemplo, con el cianógeno, que contiene dos equivalentes de carbono y uno de nitrógeno. No se conocen combinaciones orgánicas cuya molécula solo contenga dos equivalentes de los elementos; respecto al número de equivalentes que existen en las moléculas complexas, se ignora absolutamente el límite.

De los trabajos hechos hasta el dia resulta, segun parece, que las moléculas orgánicas simples son combinaciones de un elemento con ciertos cuerpos compuestos que se denominan *radicales compuestos*, los cuales hacen veces de cuerpos simples, y que las moléculas orgánicas complexas están formadas por la reunion de algunos de estos radicales, ó por la de sus combinaciones con otros cuerpos.

Si todos estos radicales fuesen conocidos, nos suministrarian los medios mas seguros para establecer la constitucion de los cuerpos orgánicos; pero se concibe que debe ser mas difícil el aislarlos que los elementos inorgánicos, en razon á que en el momento que estos últimos se hallan en estado libre, no esperimentan despues como aquellos una trasformacion ulterior. Hasta el presente solo se han aislado dos radicales, que son el *cianógeno* y el *mellon*, los cuales son notables por la sencillez de su composicion. Respecto á los demas radicales complexos, que solo los conocemos en combinacion con otros cuerpos, todavía no se ha conseguido aislarlos, porque se des-

componen, bien sea por sí mismos ó bien por el contacto de los cuerpos de que se hace uso para separarlos en nuevas combinaciones de una composicion mas sencilla; se parecen mucho en esto á ciertos compuestos inorgánicos de la naturaleza del ácido nitro-sulfúrico, que solo tienen estabilidad mientras existen combinados con otros cuerpos, y en el momento en que se les separa, se descomponen y dan orígen á otros productos.

Las combinaciones de los radicales compuestos presentan con corta diferencia las propiedades de las que forman los cuerpos simples; asi es que existen ácidos orgánicos que corresponden á los óxidos de los metaloides y bases orgánicas que corresponden á los óxidos metálicos. Finalmente, los hidrácidos orgánicos de radical compuesto tienen los mismos caracteres que los hidrácidos de radical simple de la química mineral.

El amoniaco constituye una hidróbase muy singular que carece de análogos en la química inorgánica; forma el hidruro de un radical compuesto, y se conduce en la mayor parte de los casos como un óxido metálico salificable. Los hidrácidos, como ya sabemos, se combinan directamente con los óxidos metálicos sin la concurrencia del agua, y producen sales *separándose agua*. Por el contrario, cuando el amoniaco, la hidróbase por escelencia, se combina directamente con los ácidos oxigenados sin la intervencion del agua, no forma sales, es decir, cuerpos en los que la base pueda ser desalojada por otra base, y el ácido por otro ácido; solo dá orígen á compuestos salinos cuando se combina con cierta cantidad de agua, en lo que presenta un carácter enteramente contrario al de los ácidos hidrogenados.

Como en las sales neutras constituidas por los ácidos orgánicos, se observa siempre la misma relacion entre el oxígeno de la base metálica y el del ácido, que en las sales producidas por los ácidos minerales, era muy natural admitir que en los primeros, el oxígeno exi tiese bajo la misma forma que en los ácidos minerales, y por lo tanto considerarlos como óxidos de radicales compuestos. Esta teoría habia sido ya

emitida por Berzelius en los primeros tiempos del desarrollo de la química orgánica.

Entre los ácidos mas complexos, hay algunos que por analogía con la combinacion de ácido sulfúrico y de ácido crómico, se les puede considerar como compuestos dobles formados de dos óxidos orgánicos, los cuales permanecen unidos cuando se neutralizan las bases, ó bien como óxidos de la combinacion de dos radicales orgánicos. En la actualidad no pueden hacerse esperiencias decisivas sobre esta clase de cuerpos, porque ignoramos aun de un modo satisfactorio la constitucion de las combinaciones que se cree son las partes integrantes de estas moléculas complexas.

Aunque los químicos no vacilaban en la admision de los óxidos de radicales compuestos, que poseen los caracteres de los ácidos, y se podia preveer *á priori* la existencia de óxidos dotados de propiedades contrarias, transcurrió mucho tiempo antes de que se introdujese en la ciencia esta clase de óxidos básicos, hasta que por último el descubrimiento de la naturaleza del espíritu de madera decidió en favor de su existencia. En efecto, podemos considerar los óxidos de etila y de metila como los tipos de estos cuerpos; ellos reemplazan el agua en los ácidos hidratados, y para que se combinen con los hidrácidos es preciso que se separe al mismo tiempo cierta cantidad de agua, formada á espensas del oxígeno del óxido y del hidrógeno del ácido.

El amoniaco constituye el tipo de una clase particular de bases orgánicas, que al modo de la mélamina y de la amméliна no pueden formar sales sin la intervencion del agua.

DE LAS DESCOMPOSICIONES Y DE LAS METAMORFOSIS ORGANICAS.

Cuando las sustancias orgánicas se hallan en contacto con ciertos cuerpos, esperimentan en sus propiedades algunas alteraciones que varian segun la naturaleza y cantidad del cuerpo actuante. Pero como las propiedades químicas de una sustancia dependen esencialmente de la forma y colocacion de sus elementos, es evidente que siempre que se llegue á destruir

el equilibrio de atraccion de estos elementos, variarán de forma y se agruparán en un órden distinto, dando origen á nuevas combinaciones que permanecen constantes en las condiciones indicadas.

Si el cuerpo que descompone una sustancia orgánica obra en virtud de la afinidad que tiene para dos ó mas elementos de esta, y se combina con ellos, el fenómeno es enteramente idéntico á las descomposiciones ordinarias que se observan en la química mineral.

Entre esta clase de descomposiciones es preciso distinguir bien las que se denominan *metamorfosis orgánicas*, por medio de las cuales los átomos de una molécula orgánica se agrupan en un órden diferente, y dan origen á dos ó mas combinaciones nuevas, sin que se separe ningun elemento. Estas metamorfosis son el efecto de ciertas causas físicas ó afinidades químicas y difieren particularmente de las descomposiciones ordinarias, en que el cuerpo que las determina no entra en combinacion con los nuevos productos. A esta especie de fenómenos pertenecen particularmente las trasformaciones que esperimentan las sustancias orgánicas por la accion del calor, de los ácidos, de los álcalis y de ciertas materias que se hallan en un estado de descomposicion. Las alteraciones que conocemos con el nombre de *fermentacion*, *putrefaccion* y *eremacausia*, se hallan comprendidas en esta clase de descomposiciones.

Hasta estos últimos tiempos no se habia observado que en el acto en que un cuerpo se combina ó se descompone, ejerce por lo comun cierta influencia sobre las demas sustancias que se hallan en contacto con él. Asi es que, por egemplo, el platino por si solo no descompone el ácido nítrico; aun en el estado de estrema division, en que sus partículas no reflejan la luz; esto es en el de negro de platino, no se oxida cuando se le hierve con este ácido. Por el contrario las aleaciones de platino y de plata se disuelven con facilidad en el ácido nítrico. La oxidacion que en este caso esperimenta la plata por parte de este último, se trasmite á el platino, que descompone entonces el ácido nítrico.

El cobre metálico no descompone el agua cuando se le ca-

lienta con el ácido sulfúrico diluido, al paso que una aleacion de cobre, de zinc y de nikel se disuelve facilmente con desprendimiento de hidrógeno. El estaño descompone con facilidad el ácido nítrico, pero apenas ejerce accion sobre el agua, pero cuando se disuelve estaño en ácido nítrico diluido, se nota, que no solo se descompone el ácido, sino que tambien el agua; de suerte que ademas de óxido de estaño, se produce amoniaco.

Entre los varios egemplos de descomposicion que acabamos de citar, solo el último es el que puede esplicarse segun las leyes de la afinidad química; los demas se hallan en contradiccion con los principios de la teoria electroquímica, porque el platino y el cobre que se encuentran aleados con un metal mas positivo, como es la plata y el zinc, deberian oxidarse con mas dificultad ó permanecer inalterables, y la esperiencia nos prueba que el efecto de las electricidades contrarias queda enteramente destruido por la accion química.

Estos fenómenos se manifiestan aun de un modo mas patente en los casos en que las materias que reaccionan existen unidas por fuerzas muy débiles

En efecto, sabemos que existen ciertas combinaciones tan poco estables, que basta el menor cambio de temperatura ó del estado eléctrico, el frote mas leve y aun el contacto de un cuerpo enteramente indiferente, para alterar el equilibrio de sus partes constitutivas, hasta el punto de que lleguen á separarse y produzcan otros compuestos, sin que no obstante tome parte el cuerpo actuante. Estas sustancias tan facilmente alterables forman, por decirlo asi, el último escalon de la combinacion química; su existencia se halla amagada por causas que carecen de influencia sobre otros compuestos que tienen mayor afinidad. Asi que, es suficiente el menor aumento de temperatura para que el óxido de cloro se descomponga en sus elementos, con un desprendimiento considerable de calor y de luz. El cloruro de nitrógeno tiene la propiedad de detonar cuando se le pone en contacto con una porcion de cuerpos que á la temperatura ordinaria, no se combinan con el cloro ni con el nitrógeno; del mismo modo el ioduro de nitrógeno

y el amoniuro de plata detonan tambien por el contacto de un cuerpo sólido cualquiera.

A nadie ha ocurrido la idea de atribuir los fenómenos de detonacion que se producen por el simple contacto de estos cuerpos, tal como con las barbas de una pluma, á ninguna otra fuerza que á la afinidad química. Se ha acostumbrado á considerar estos cuerpos como dotados de afinidades muy débiles, y á sus elementos como si se hallasen en un estado de tension tal que su afinidad queda destruida por la menor influencia estraña. Realmente estos cuerpos no existen sino en virtud de la inercia de sus elementos; basta el mas ligero movimiento, el mas leve frote ó el menor choque para destruir el equilibrio de sus partes constituyentes, y para que desaparezca la forma que tenian.

El agua oxigenada es tambien un cuerpo de esta especie; no solo la descomponen todas las materias que se apoderan de su oxígeno, sino que tambien, y aun instantáneamente, ciertos cuerpos, tales como el platino y la plata, los cuales no producen ninguna combinacion por su contacto con ella. En este último caso la descomposicion del agua oxigenada es debida á la misma causa que la del ioduro de nitrógeno y del amoniuro de plata, y es bastante estraño, que respecto á el agua oxigenada se haya atribuido la separacion instantánea de sus elementos á una causa diferente de las ordinarias, á la cual se ha dado el nombre de *fuerza catalítica*. Pero al admitir esta nueva fuerza, no se ha tenido presente que el platino y la plata egercen simplemente una influencia aceleratriz, porque aunque el agua oxigenada no se halle en contacto con estos metales, se descompone por sí misma con el trascurso del tiempo. La descomposicion tan repentina que esperimenta el agua oxigenada solo se diferencia de la del gas óxido de cloro y de la del ioduro de nitrógeno sólido, en que tiene lugar en medio de un líquido.

La circunstancia que mas llama la atencion cuando se descompone el agua oxigenada, y que se halla fuera del órden de los fenómenos ordinarios, es la reduccion simultánea de ciertos oxidos con quienes se halla en contacto, en el mo-

mento en que cede la mitad de su oxígeno. Tal es por ejemplo lo que se observa con el óxido de plata, el peróxido de plomo, y algunos otros óxidos, en los cuales la totalidad ó una parte del oxígeno se halla retenido con una fuerza muy débil. En tanto que otros óxidos, en los que las partes constituyentes permanecen unidas con mucha energía descomponen el agua oxigenada sin que se alteren; el óxido de plata, en el momento que el agua oxigenada cede la mitad del oxígeno, pierde tambien todo el suyo y se reduce al estado metálico; en las mismas circunstancias la mitad del oxígeno del peróxido de plomo se separa y se desprende en estado de gas.

Ademas, se puede descomponer por el mismo medio el peróxido de manganeso en protóxido y oxígeno libre, cuando se hace que intervenga á la vez una afinidad química que actúe sobre el protóxido, como por ejemplo añadiendo un ácido que pueda formar con él una sal soluble. Asi es que, mezclando el agua oxigenada con ácido hidroclórico y peróxido de manganeso bien pulverizado, se obtiene una cantidad mucho mayor de oxígeno que la que el agua oxigenada pudiera suministrar por si sola, y en el líquido que queda por residuo se halla una sal de protóxido de manganeso, que proviene de la descomposicion del peróxido, del que se ha desprendido la mitad del oxígeno en estado de gas.

El *carbonato de plata* produce un fenómeno absolutamente análogo cuando se le pone en contacto con ciertos ácidos orgánicos. Asi es que, el ácido piroracémico se combina fácilmente con el óxido de plata puro y forma una sal blanca poco soluble en el agua; mas por el contrario si se le trata por el carbonato de plata, una parte del oxígeno del óxido de plata se desprende al mismo tiempo que el ácido carbónico de la sal, y queda un polvo negro que es plata reducida. (BERZELIUS.)

Los fenómenos de descomposicion que acabamos de indicar, no pueden esplicarse de otro modo que admitiendo que son el efecto del contacto de un cuerpo que se halla en un estado de descomposicion ó de combinacion.

Es evidente que el movimiento en que entran las moléculas de uno de los cuerpos que se halla en accion, debe ejercer cierta influencia en el equilibrio de las moléculas del cuerpo que se halla en contacto con él; asi es que cuando estas son susceptibles de esperimentar la misma alteracion, la sufren en efecto; pero cuando por sí mismas carecen de esta facultad, cesan de alterarse tan pronto como las moléculas del otro cuerpo se hallan en reposo; es decir que su metamórfosis ha llegado á su término.

El cuerpo que se descompone ejerce sobre el otro casi la misma influencia que un cuerpo inflamado puesto en contacto con un cuerpo combustible cualquiera, con la diferencia sin embargo, de que en este último caso la causa que produce el efecto y que obliga al cuerpo combustible á que permanezca en su nuevo estado, no es la misma que la que ocasiona las descomposiciones de que hablamos. En el cuerpo en combustion el efecto es debido á la temperatura elevada, que por decirlo así se renueva por cada unidad de tiempo; en las metamórfosis orgánicas, depende de un cuerpo que se halla en accion química, y solo se manifiesta por el tiempo que dura esta accion.

Conocemos muchos hechos que nos prueban la influencia que ejercen por sí solas las moléculas de un cuerpo puestas en movimiento, sobre la actividad de las fuerzas químicas. Así es que en una porcion de soluciones salinas saturadas en caliente y enfriadas, la fuerza de cohesion no obra inmediatamente; pero tan pronto como se echa en el líquido un grano de arena ó se le agita un poco, en el mismo instante, se solidifica toda la masa, con un desprendimiento considerable de calor. El mismo fenómeno se observa con el agua: se puede enfriar este líquido á algunos grados bajo cero sin que se congele, pero se solidifica en cuanto se ponen sus partículas en movimiento.

Para que las moléculas de una sustancia se atraigan en cierta direccion y se agrupen de un modo cualquiera, se necesita ante todo vencer su inercia.

Podemos presentar además otros ejemplos en apoyo de lo

que acabamos de esponer. Si se mezcla una disolucion diluida de una sal de potasa con el ácido tártrico y se la deja abandonada al reposo, no produce inmediatamente precipitado; pero cuando se agita el líquido, este se enturbia instantáneamente y deposita cristales de cremor de tártaro. Una disolucion de una sal de magnesia que no se enturbia por el fosfato de amoniaco, deposita en el momento la sal doble sobre las paredes del vaso, en el punto en que se frota con un tubo de vidrio.

En las descomposiciones que acabamos de citar, el movimiento hace que las moléculas se agrupen bajo otra forma, ó lo que es lo mismo, que resulte una nueva combinacion. Mas para que se reunan en este caso de un modo determinado, es preciso que las moléculas esten dotadas de esta facultad, porque de lo contrario el movimiento, por sí solo, no ejercería influencia alguna sobre ellas.

La permanencia de las moléculas de un cuerpo en el estado en que se hallan, es la causa de que muchas materias no aparezcan bajo una forma distinta y con otras propiedades que las que resultan de sus atracciones naturales. Por esta causa el azúcar y el vidrio fundidos y enfriados repentinamente, son trasparentes, elásticos y flexibles hasta cierto punto y tienen una fractura concoidea; cuando se conserva el azúcar en este estado, se vuelve al poco tiempo opaco y presenta láminas muy regulares, y fáciles de separar, iguales á las que ofrece el azúcar cristalizado. Si se espone por algun tiempo el vidrio á una temperatura elevada de modo que adquiera cierta pastosidad y se le deja enfriar, resulta de color blanco, opaco y tan duro que da chispas con el eslabon. No hay duda que en estos diversos estados, las moléculas del azúcar y del vidrio se hallan agrupadas de un modo diferente. En la forma bajo la cual se presentan de ordinario, su atraccion recíproca no obra en el sentido en que la fuerza de cohesion es mas activa. El azufre nos manifiesta fenómenos análogos; si se le funde y enfria repentinamente echándole en agua, resulta blando, trasparente, elástico y se le puede estirar en hilos muy largos, y solo despues de algunas horas es cuando

se vuelve duro y cristalino. Lo mas notable que se observa en estos fenómenos, es que el azúcar y el azufre amorfo recobran el estado cristalino sin necesidad de ninguna causa esterior; lo que prueba que sus moléculas se han colocado de otro modo, y tienen cierta movilidad aun en el estado sólido.

El ejemplo mas patente de estos fenómenos de agrupamiento nos lo presentan el aragonito y el espato calizo, dos cuerpos que respecto á su composicion química son enteramente idénticos, pero que difieren mucho entre sí por su forma cristalina y su dureza; lo que prueba que las moléculas no tienen una misma colocacion. Cuando se calienta el aragonito se hace preponderante la inercia de sus moléculas, se las imprime cierto movimiento, y en el mismo instante los cristales estallan con gran fuerza, y dan orígen á una masa de cristales de espato calízo.

Es imposible dejar de conocer la causa de estas trasformaciones; debemos evidentemente buscarla en la destruccion del estado de reposo, por efecto del cual las moléculas puestas en movimiento obedecen á sus atracciones naturales ó á otras nuevas. Puesto que, como se deduce de las observaciones anteriores, el movimiento mecánico basta ya para introducir en muchos cuerpos un cambio de forma y de estado, con mayor razon un cuerpo que se halle en un estado de descomposicion ó de combinacion podrá comunicar á otros el mismo movimiento ó igual actividad.

Esta influencia queda suficientemente demostrada, respecto á los cuerpos inorgánicos, con los hechos que acabamos de enumerar; pero en la química orgánica se nos manifiesta de un modo mas frecuente, y á ella es preciso atribuir cierta clase de fenómenos, que son de los mas sorprendentes de la naturaleza.

Con los nombres de *fermentacion*, de *putrefaccion* y de *eremacausia*, se designan en general las trasformaciones que esperimentan las materias orgánicas en su forma y propiedades, cuando hallándose libres de las fuerzas vitales, se las deja abandonadas á sí mismas bajo la influencia del agua y de cier

ta temperatura. La fermentacion y la putrefaccion pertenecen al número de las descomposiciones que hemos designado por metamórfosis. En efecto, los elementos de los cuerpos que entran en putrefaccion ó fermentan, se agrupan en otro sentido para formar nuevos compuestos, en cuya colocacion toman parte los elementos del agua.

La eremacausia (putrefaccion seca) se diferencia de la fermentacion y de la putrefaccion propiamente dicha en que no se produce sin la presencia del agua, la que obra en este caso en virtud de su oxígeno. Es una especie de combustion lenta, que se efectúa siempre con desprendimiento de calor, y algunas veces de luz. En el acto de la fermentacion y de la putrefaccion se desprenden por lo comun productos gaseosos, que unas veces son inodoros, y otras exhalan un olor muy desagradable.

La mayor parte han convenido en dar el nombre de fermentacion á las metamórfosis en que se desprenden gases inodoros, y el de putrefaccion para designar las descomposiciones espontáneas en las que se producen gases fétidos. Sin embargo, es claro que no debe darse demasiada importancia á el olor como caracter distintivo de estas diversas especies de descomposiciones, porque hablando con propiedad, la putrefaccion y la fermentacion son una misma cosa; la primera espresion se aplica particularmente á los cuerpos que contienen nitrógeno, y la segunda á los que carecen de él.

Se ha introducido tambien la costumbre de separar de la fermentacion y de la putrefaccion ciertas metamórfssis en las que no hay desprendimiento de gases. Pero como el estado de los nuevos productos es siempre accidental, no hay ninguna razon para atribuir estas descomposiciones, como se ha hecho, á una causa particular.

DE LA FERMENTACION Y DE LA PUTREFACCION.

Hay ciertas materias, especialmente las que contienen nitrógeno ó principios nitrogenados, en las que la fermentacion y la putrefaccion parece se manifiestan espontáneamente; ade-

mas se observa la particularidad de que una cantidad cortísima de una materia que ha esperimentado esta alteracion es capaz de producir los mismos fenómenos en una porcion cualquiera de la misma materia no alterada. En prueba de esto basta añadir un poco de mosto fermentado á otro que no lo esté para que entre todo este en fermentacion. La menor cantidad de leche de pasta de harina ó de zumo de remolachas agriado, de carne ó de sangre podrida, ocasiona las mismas alteraciones en los cuerpos respectivos que se hallan en buen estado.

Estos fenómenos se separan, como es fácil de ver, de la clase de las descomposiciones ordinarias que resultan de las afinidades químicas; son un efecto del contacto que se estable-ce entre cuerpos que se hallan en accion química, sobre otros susceptibles de esperimentar la misma alteracion. Para formarse una idea exacta, no hay mas que fijar primero la atencion en otros fenómenos análogos, pero mas simples, y despues de conocer perfectamente la complexidad de las moléculas orgánicas y sus reacciones con las demas materias, nos hallamos ya en el caso de poder descubrir la causa de todas estas metamórfosis.

Sabemos por la esperiencia que la fuerza que mantiene unidas las partes constituyentes de una molécula complexa, disminuye en la misma relacion que aumenta el número de átomos de esta molécula. Esta es la causa de que el protóxido de manganeso pueda trasformarse sucesivamente en deutoxido, peroxido, y en los ácidos mangánico y permangánico, uniéndose á $1/2$, 1, 2, y $2\,1/2$, equivalentes de oxígeno; pero cada átomo de oxígeno que se encuentra entonces unido al metal, ademas del átomo que existe ya en el peróxido, se halla retenido con menos fuerza: en efecto, el peróxido pierde cierta cantidad de su oxígeno á el calor rojo y el ácido mangánico se desoxida cuando se le separa de las bases con quien se halla combinado.

Dedúcese de esto que las combinaciones minerales que presentan mas sencillez en su composicion son en general las mas estables, y resisten mejor á los diversos agentes; confor-

me van siendo mas complexas se alteran con mayor facilidad, lo que proviene á no dudar de que por efecto del mayor número de átomos que entran en combinacion, se multiplican al mismo tiempo las direcciones en que pueden atraerse.

Cualquiera que sea la idea que nos formemos acerca de la naturaleza de la materia, es evidente que las proporciones químicas implican necesariamente la existencia de ciertas moléculas ó grupos definidos; verdad es que hasta el presente carecemos de datos, respecto á el modo como estos grupos pueden dividirse. Estos grupos ó moléculas que se designan en química con el nombre de *equivalentes* ó de *átomos*, no son infinitamente pequeños, puesto que son *pesados*; cuando se combinan, ó lo que es lo mismo cuando se agrupan segun sus atracciones particulares, dan orígen á una infinidad de moléculas ó átomos complexos, cuyas propiedades varían segun la forma y aun la direccion que han tomado los átomos simples al reunirse de este modo.

Si se compara la composicion de las combinaciones minerales con la de los cuerpos del reino orgánico, sorprende en verdad ver ciertos compuestos, cuya molécula contiene frecuentemente noventa y aun mas de cien átomos ó equivalentes. La molécula del ácido acético contiene 12, la del ácido químico 33, la del azúcar 36, la de la amigdalina 90, y la del ácido esteárico 138. Los principios de orígen animal son aun mucho mas complexos que los cuerpos que acabamos de hacer mencion.

Las combinaciones minerales se diferencian de las sustancias orgánicas no solo por la sencilléz de su constitucion, sino tambien por sus reacciones. En efecto, al paso que la molécula de sulfato de potasa no esperimenta la menor alteracion cuando se le pone en contacto con un gran número de materias, y que para que llegue á descomponerse se necesita la intervencion de otras causas, tales como la cohesion ó la elasticidad de los productos, nada de esto observamos con las moléculas orgánicas. Se puede comprender fácilmente por medio de un ejemplo. Si examinamos la fórmula irracional del sulfato de potasa SKO_4, vemos que solo hay un equivalente de

azufre y otro de potasio, al paso que el oxígeno, que es el que existe en mayor cantidad, es el único que se puede fraccionar; pero si descomponemos el sulfato de potasa, solo podemos separar, á lo mas, una parte ó la totalidad del oxígeno, ó bien reemplazar uno de los principios constituyentes de la sal. Los compuestos orgánicos presentan reacciones enteramente diferentes; así es que el azúcar, sustancia en la que existen reunidos un número considerable de átomos, y átomos que como sabemos pueden combinarse en proporciones muy variadas, se le puede representar como un hidrato de carbono, ó como un hidrato de leñoso, de almidon, de lactina, ó como una combinacion de éter y de alcohol; ó finalmente como un compuesto de ácido formico y de saculmina; en una palabra, añadiendo los elementos del agua, ó reemplazando cierto número de elementos del azúcar por otros, podemos deducir casi todas los fórmulas de las sustancias orgánicas no nitrogenadas: en efecto, la composicion del azúcar nos suministra todos los elementos necesarios, y es ciertamente en la atraccion recíproca de estos elementos, en la afinidad de los unos para los otros, en donde debe buscarse *la causa* de sus tan variadas metamórfosis. El azúcar, en verdad, esperimenta por parte de las materias que ejercen alguna influencia sobre ella, alteraciones que no se hallan circunscritas á estrechos límites, como se observa con los compuestos inorgánicos; de suerte que podemos decir que no tienen límites.

Los elementos del azúcar obedecen á cualquiera especie de atraccion y cada uno de ellos de un modo particular. Asi es que en tanto que los ácidos obran sobre una sustancia mineral en virtud de la afinidad que tienen para uno de los principios constituyentes, y conservan siempre su carácter quimico cualquiera que sea la forma bajo la cual se haga uso de ellos, estos ácidos no son susceptibles de formar una base á espensas de los elementos del azúcar, pero destruyen el equilibrio de atraccion de estos. Los ácidos hidroclórico y sulfúrico, que difieren tanto entre si por su modo de obrar y su composicion, se conducen con el azúcar de un modo análogo, segun que se hallen concentrados ó diluidos, y que se opere

á un calor suave ó á la temperatura de la ebulicion. El ácido sulfúrico de mediana concentracion forma con el azúcar los ácidos formico y acético, y una materia negra y carbonosa; si el ácido se halla mas diluido la descompone en dos sustancias pardas, que ambas contienen carbono y los elementos del agua. De la accion que egercen los alcalis sobre el azúcar se obtiene una série de productos muy heterogéneos, y por la de las materias oxidantes, tales como el ácido nítrico, se producen los ácidos carbónico, oxálico, fórmico, sacárico y otros muchos cuerpos que todavía no han sido examinados.

Si tratamos ahora de formarnos una idea de la fuerza que mantiene unidos los elementes del azúcar y se quiere valuar el grado de su atraccion segun la resistencia que oponen á la accion de otro cuerpo, podremos deducir que la molécula del azúcar solo conserva su integridad en virtud de la inercia de sus elementos; es decir, de la tendencia que tienen estos á permanecer en el estado y en el órden en que se hallan, y no á causa de la atraccion recíproca de sus elementos ó de la resistencia que oponen á los agentes químicos, como se observa en el sulfato de potasa.

Precisamente las combinaciones orgánicas cuya constitucion es muy complexa, análoga á la del azúcar, son las únicas capaces de esperimentar las alteraciones que se designan con el nombre de fermentacion y putrefaccion.

Si se recuerda lo que dijimos anteriormente respecto á que ciertos metales por si solos no descomponen el agua y que adquieren esta propiedad por su contacto con otro cuerpo, y lo que hemos indicado tambien acerca del peróxido y del persulfuro de hidrógeno, los cuales al descomponerse hacen que se descompongan igualmente otros cuerpos, cuyos elementos se hallan unidos con mas fuerza, sin que intervenga ninguna afinidad química; y finalmente si fijamos bien nuestra atencion en todos estos hechos, nos convenceremos fácilmente que la fermentacion y la putrefaccion son fenómenos que pertenecen á una misma categoria y deben atribuirse á la misma causa. Mas esta causa es todo cuerpo que se halla en descomposicion, es decir, todo cuerpo cuyos elementos han perdido el equilibrio, ó se

hallan en un estado de movimiento, por efecto del cual se agrupan de un modo diverso segun sus respectivas atracciones.

Es fácil aducir pruebas en favor de la existencia de esta causa; se deducen de las reacciones de los cuerpos que promueven la fermentacion y la putrefaccion, y emanan de la regularidad con que se dividen los elementos de los cuerpos al metamorfosearse; regularidad que tiene su origen esclusivamente en las diferentes afinidades que poseen estos elementos entre si cuando se hallan en estado libre, y lo que demuestra claramente lo regulares y constantes que son estas transformaciones bajo el respecto de las leyes que siguen, es que se las puede reducir á todas á una misma metamórfosis: respecto á los cuerpos no nitrogenados, todas ellas se reducen â la reaccion del carbon vegetal con el agua, y acerca de los cuerpos nitrogenados, á la del cianógeno, que es la sustancia nitrogenada de constitucion mas sencilla, con el mismo líquido. Pasaremos ahora á examinar detalladamente estas dos reacciones fundamentales.

Metamorfosis de los cuerpos no nitrogenados; reaccion del carbon y del agua.

Cuando se pone el carbon en contacto con el vapor acuoso, ó con una mezcla de óxigeno é hidrógeno, á una temperatura á la que el carbon pueda combinarse con uno de estos elementos, se observa que siempre se produce una combinacion oxigenada de carbono, que unas veces es el óxido de carbono y otras el ácido carbónico, en tanto que segun la intensidad del calor, se desprende hidrógeno puro ó un carburo de hidrógeno; en el último caso el carbono se distribuye entre los elementos del agua. Esto es lo que se observa, aunque de un modo mas perfecto, en todas las metamórfosis, cualquiera que sea la causa que las promueva.

Los ácidos acético y mecónico esperimentan por medio de calor una verdadera metamórfosis; su molécula se divide en

otras combinaciones, sin que quede en libertad ningun elemento. El ácido acético produce ácido carbónico y acetóna, y el ácido mecónico da origen á ácido carbónico y ácido coménico: este último se metamorfósea á una temperatura mas elevada y suministra ácido carbónico y ácido piromecónico. Por consiguiente, el carbono de estas dos sustancias se ha dividido entre el oxígeno y el hidrógeno; por una parte se ha formado ácido carbónico, y por otra un óxido de un hidrógeno carbonado, que contiene todo el hidrógeno de las sustancias.

Cuando el vapor alcohólico llega á descomponerse por la influencia de un calor rojo débil, su carbono se divide casi del mismo modo; se produce por una parte un óxido de un hidrógeno carbonado, que contiene todo el óxigeno del alco hol, y por otra carburos de hidrógeno gaseosos.

En las metamórfosis producidas por el calor, no interviene ninguna afinidad química, y únicamente las atracciones de los cuerpos son las que se hallan en juego; resulta de esto que los elementos se agrupan en un órden particular, segun la mayor ó menor afinidad que tienen entre sí, y dan origen á combinaciones que permanecen sin alteracion siempre que se hallen en las condiciones en que se han formado, pero se descomponen nuevamente tan pronto como varian estas condiciones.

Si comparamos entre si los productos de la metamórfosis de dos sustancias que tienen una composicion semejante, pero propiedades diferentes, se nota que el modo con que se hallan agrupados los átomos es absolutamente el mismo, aun cuando las causas que hayan originado su formacion sean distintas. Asi es que, cuando la madera se metamorfósea, es decir se pudre en el fondo de los pantános, su carbono se divide entre el oxígeno y el hidrógeno de ella y el del agua, y en este caso, ademas del ácido carbónico, se desprende tambien un hidrógeno carbonado que corresponde por su composicion á el ácido carbónico. Al metamorfosearse el azucar, ó lo que es lo mismo, cuando fermenta, produce ácido carbónico que contiene los $\frac{2}{3}$ del óxigeno del azucar, y alcohól en el que existe todo el hidrógeno. Por la metamórfosis del ácido acético bajo la influencia

del calor rojo, se forma ácido carbónico que contiene los $\frac{2}{3}$ del óxigeno del ácido acético y ademas acetóna en la que se halla todo el hidrógeno de dicho ácido.

Concíbese que si por una accion cualquiera se destruye el equilibrio de las atracciones elementales de una sustancia, como sus elementos quedan entonces abandonados á sus atracciones especiales, se dividirán ó agruparán constantemente siguiendo los mismos principios; no obstante la naturaleza de los productos dependerá del número de átomos elementales puestos en actividad, y los productos podrán variar hasta lo infinito, segun la composicion de la sustancia.

Sin embargo, los productos que resultan constantemente de estas metamórfosis, son, por una parte, óxidos de carbono y por otra, óxidos de hidrógeno carbonado, ó simplemente carburos de hidrógeno.

Metamorfosis de los cuerpos nitrogenados; trasformaciones del cianogeno por la influencia del agua.

Si se examina mas de cerca la naturaleza de las sustancias que poseen en un grado elevado la propiedad de metamorfosearse, es decir, de esperimentar la fermentacion ó la putrefaccion, se nota que ocupan un lugar preferente aquellas en las que el nitrógeno es uno de sus elementos. La mayor parte de estas sustancias se trasforman por sí mismas, desde el momento que salen de la esfera de atraccion en la que únicamente pueden existir. Verdad es que hay tambien cuerpos no nitrogenados que solo son estables en tanto que se hallan combinados con otras sustancias, y que no se les puede aislar, precisamente porque sus elementos no se hallarían en este estado bajo la influencia de la fuerza que los mantiene unidos, ó lo que es lo mismo que hace permanezcan agrupados segun su respectiva atraccion. En este caso se hallan los ácidos permangánico, mangánico é hiposulfuroso; mas con todo este carácter se observa muy rara vez en los cuerpos no nitrogenados.

Respecto á la causa que hace que se descompongan con

tanta facilidad los cuerpos nitrogenados, puede decirse que reside en la naturaleza misma del nitrógeno. En efecto, este cuerpo es el elemento mas indiferente de cuantos conocemos; no tiene una afinidad enérgica para con ninguno de los cuerpos simples, y esta indiferencia se manifiesta tambien en todas las combinaciones que es susceptible de formar. Por lo tanto, es muy natural suponer el que se le pueda separar con facilidad de los cuerpos con quien existe combinado. Unicamente cuando la cantidad de nitrógeno llega á cierto máximum, como por ejemplo en la melámina, la ammélina, etc., ó cuando es sumamente pequeña respecto á la de los demás elementos reunidos, como en los alcaloides vegetales, las combinaciones que le contienen principian á adquirir cierta estabilidad.

En las sustancias esplosivas, tales como la plata y el mercurio fulminante, el ioduro y el cloruro de nitrógeno, este carácter es sumamente notable.

Todas las demas combinaciones nitrogenadas se descomponen con igual facilidad cuando intervienen los elementos del agua; la mayor parte de ellas no pueden metamorfosearse cuando falta esta condicion, y hasta aquellas materias nitrogenadas que son mas propensas á alterarse, tales como ciertos productos de la economía animal ó vegetal, se pudren incompletamente cuando estan bien secas.

Todos los hechos que conocemos acerca de las metamórfosis de los cuerpos nitrogenados tienden á probar que no solo sirve como un medio para favorecer el movimiento de las moléculas, sino que tambien obra en virtud de la afinidad que tienen sus elementos para con los de la sustancia orgánica.

En efecto, es una regla general que siempre que las sustancias orgánicas se hallan en presencia de los elementos del agua, cualquiera que sean las circunstancias que produzcan la descomposicion, se nota que el nitrógeno de estas sustancias se separa constantemente, si la descomposicion es completa, en estado de amoniaco. Bajo la influencia de los álcalis, todas las materias nitrogenadas desprenden en estado de

amoniaco, el nitrógeno que contienen; los ácidos y el calor ejercen la misma accion que los álcalis, y solo cuando el hidrógeno ó el agua con quien se hallan en contacto existe en muy corta cantidad, es cuando se produce cianógeno y otras combinaciones nitrogenadas. De lo dicho podemos deducir que el amoniaco es la combinacion nitrogenada mas íntima, y que el hidrógeno y el nitrógeno tienen entre si un grado de afinidad mucho mayor que la que posee este último cuerpo para todos los demás elementos.

Hemos visto que una de las causas esenciales de la metamórfosis de las materias no nitrogenadas, es la grande afinidad del carbono para el oxígeno, afinidad que da por resultado la formacion de productos sumamente simples é inalterables. Pero como las materias nitrogenadas siempre contienen carbono, es evidente que agregándose á la afinidad que tiene este para el oxígeno, la del nitrógeno para el hidrógeno, dos causas de alteracion que segun esto actuan á la vez, estas materias deberán metamorfosearse aun con mucha mas facilidad que las que carecen de nitrógeno. En las materias nitrogenadas, dos elementos se apoderan de los del agua; dos afinidades opuestas se hallan en actividad y se refuerzan recíprocamente.

Pero se sabe que por la accion de dos afinidades reunidas se llegan á vencer las atracciones mas enérgicas. Asi es que, se puede descomponer la alumina haciendo actuar á la vez carbono sobre su oxígeno, y cloro sobre su aluminio, cuya descomposicion no tendria lugar si se tratase la alumina por cada uno de los cuerpos separadamente. Las combinaciones nitrogenadas, á consecuencia de la tension de sus elementos, encierran en si una causa perturbatriz que produce sus efectos tan luego como se hallan en contacto con los principios constituyentes del agua.

El modo como se conduce el hidrato de ácido ciánico, una de las combinaciones nitrogenadas mas simples, nos dá una idea bien exacta del orden en que se agrupan los elementos en las sustancias nitrogenadas que se metamorfosean. En efecto, este ácido contiene carbono, nitrógeno y oxígeno

en tales proporciones que por la union de cierta cantidad de agua, los elementos de esta se hallan en la cantidad exactamente necesaria para formar ácido carbónico con el carbono y el oxígeno, y amoniaco con el nitrógeno. Por consiguiente en este cuerpo se hallan reunidas las condiciones mas favorables para que esperimente una metamórfosis completa: esta se produce con efervescencia en cuanto se pone el ácido ciánico en contacto con el agua. Podemos considerar esta descomposicion como el tipo de las metamórfosis de todos los cuerpos nitrogenados; es la putrefaccion en su forma mas sencilla y perfecta, porque el ácido carbónico y el amoniaco que resultan de esta descomposicion no son susceptibles de metamorfosearse.

Sin embargo, la putrefaccion se nos manifiesta de un modo mucho mas complicado, cuando los primeros productos que forma están espuestos á una alteracion progresiva. En este caso la descomposicion presenta varias fases, de las cuales es dificil marcar con exactitud el principio y el fin. Las metamórfosis del cianógeno, que como queda dicho es el cuerpo nitrogenado mas simple que conocemos, nos presentan el ejemplo mas marcado; este es el único cuerpo nitrogenado acerca de cuya putrefaccion tenemos algunas nociones exactas. He aqui lo que se sabe respecto á este particular.

Trasformaciones del cianógeno.—La disolucion acuosa de cianógeno se enturbia pasado cierto tiempo y deposita una *materia negra* ó pardo negruzca, que es la combinacion amoniacal de un cuerpo formado por la reunion de los elementos del cianógeno con los del agua. Esta materia es insoluble en el agua y por lo tanto se halla al abrigo de toda alteracion ulterior. Se produce otra metamórfosis cuando los elementos del cianógeno se distribuyen entre los del agua, de suerte que se forma *ácido ciánico* y *ácido hidrociánico.*

El cianógeno puede esperimentar ademas otra metamórfosis, de modo que su molécula se divide enteramente y sus elementos se unen entonces á los del agua; se obtiene en este caso por una parte una combinacion oxigenada que es el *ácido oxálico* y otra hidrogenada que es el *amoniaco.*

El ácido ciánico, cuya formacion acabamos de esponer, no puede existir en presencia del agua; tan luego como queda en libertad se descompone en *ácido carbónico* y amoniaco; sin embargo, el ácido ciánico que se forma al terminarse la operacion, se sustrae de esta metamórfosis á causa de que se combina con el amoniaco que ha quedado aislado, y produce *uréa.*

El ácido cianhídrico se descompone tambien en una *materia parda*, en la que existe cianógeno é hidrógeno en bastante cantidad, y en ácido oxálico, uréa y ácido carbónico. El radical del ácido cianhídrico se fracciona y produce *ácido fórmico.* Vemos segun esto que el cianógeno, que solo contiene dos elementos, á saber, el carbono y el nitrógeno, forma sucesivamente ocho productos diferentes.

Algunos de estos productos se forman por efecto del fraccionamiento de los elementos del cianógeno entre los del agua, y otros á consecuencia de la division de su molécula. La uréa y el oxalato de amoniaco son el resultado de la combinacion de dos de los nuevos productos, á cuya formacion han contribuido todos los elementos.

Resumen.

Los ejemplos que acabamos de citar nos manifiestan que las descomposiciones conocidas con el nombre de fermentacion y de putrefaccion entran en una clase de fenómenos generales que pueden reducirse á dos especies. O bien son trasformaciones *de una sola* molécula complexa en otras moléculas nuevas, trasformaciones que se efectuan con ó sin la intervencion de los elementos del agua, y en cuyos productos se halla exactamente la relacion de los principios constitutivos de la molécula primitiva, ó un esceso formado por los elementos del agua que han tomado parte en la metamórfosis. O bien son trasformaciones de *dos* ó *mas* moléculas complexas que se combinan recíprocamente con ó sin la intervencion del agua; por consiguiente en esta última metamórfosis los productos contienen la suma de todos los principios constituyentes que han tomado parte en ella.

Se distingue la primera especie de metamórfosis con el nombre de *fermentacion*, y la segunda con el de *putrefaccion*. En adelante usaremos siempre de estos nombres para diferenciar especialmente estas dos descomposiciones, tan distintas en sus resultados.

Fermentacion del azúcar.

La descomposicion particular que esperimenta el azúcar bajo la influencia de la levadura de cerveza, podemos considerarla como el tipo de las metamórfosis que se designan con el nombre de fermentacion.

Cuando se introduce en una proveta graduada y llena de mercurio, la suficiente cantidad de levadura de cerveza, bajo la forma de una papilla poco consistente, para que ocupe el volúmen de 1 centímetro cúbico (5,168 líneas cúbicas) y 10 gramos (2 dracmas y 56 granos) de agua azucarada que contenga un gramo (20,030 granos) de azúcar puro, y se espone despues el todo á una temperatura de 20 á 25°, se halla en el vaso, pasadas veinte y cuatro horas, un volúmen de ácido carbónico que á la temperatura de 0° y á la presion de 28 pulgadas españolas, corresponde de 245 á 250 centímetros cúbicos (de 105,514 á 107,667 pulgadas cúbicas), es decir próximamente de 0,485 á 0,495 gramos (de 9,715 á 9,915 granos); pero como los 11 cent. cúbicos (4,737 pulgadas cúbicas) contienen un volúmen igual de ácido carbónico, el total es de 255 á 259 cent. cúbicos (109,321 á 111,543 pulgadas cúbicas), ó en peso de 50,3 á 51,27 por ciento de ácido carbónico.

Por otra parte, THÉNARD ha obtenido de 100 partes de azúcar de caña 57,5 partes de alcohol de 39° B, que corresponden á 52,62 partes de alcohol absoluto.

Segun esto, 100 partes de azúcar han dado:

	51,27 de ácido carbónico
	52,62 de alcohol
que suman	103,89

Así es que, el alcohol y el ácido carbónico contienen, tan exactamente como es posible, el carbono del azúcar. Pero el análisis del azúcar de caña ha probado de un modo irrecusable que esta sustancia contiene los elementos de 4 átomos de ácido carbónico, 2 de éter y 1 de agua.

Si examinamos la composicion de los productos que resultan de la fermentacion del azúcar, se halla que el alcohol contiene $\frac{2}{3}$ del carbono de dicha sustancia y el ácido carbónico $\frac{1}{3}$; pero en estos productos existen tambien 2 átomos de hidrógeno y 1 de oxígeno mas que el que contiene el azúcar; por consiguiente no queda la menor duda de que en esta metamórfosis han tomado parte los elementos de un átomo de agua.

Segun la cantidad de base con que se combina el azúcar, y la composicion del ácido sacárico que se forma oxidando el azúcar por el ácido nítrico, hay fundados motivos para creer que un átomo de azúcar contiene 12 equivalentes de carbono. Ninguno de estos átomos de carbono existe en estado de ácido carbónico; en razon á que se puede separar todo el carbono en estado de ácido oxálico, tratando el azúcar por el permanganato de potasa, y es imposible desoxidar el ácido carbónico para trasformarle en ácido oxálico. El hidrógeno tampoco se halla en el azúcar formando alcohol, porque si se trata el azúcar por los ácidos, especialmente por el ácido hidroclórico concentrado, se obtiene agua y una materia carbonosa de color pardo de la naturaleza del humus y además sabemos que ninguna combinacion alcohólica esperimenta esta especie de descomposicion.

De lo dicho se deduce que el azúcar no contiene alcohol ni ácido carbónico enteramente formados, ni ninguno de los numerosos productos que se forman bajo la influencia de ciertos agentes estraños. Atendiendo á el modo como se conduce se le debe considerar como una molécula complexa, que puede convertirse en ácido carbónico y en alcohol, por efecto de un nuevo agrupamiento de sus propios elementos, con la intervencion de los del agua. La esperiencia nos demuestra que los elementos del fermento no toman ninguna parte sen-

sible en la formacion de los productos que resultan de la fermentacion del azúcar.

Los zumos de remolachas, de zanahorias y de cebollas contienen una cantidad considerable de azúcar y ciertas materias nitrogenadas, tales como la albúmina vegetal, el gluten, etc. Cuando se mezcla cualquiera de estos zumos con levadura de cerveza, y se le deja abandonado á la temperatura ordinaria, fermenta del mismo modo que el agua azucarada; se desprende ácido carbónico con efervescencia, y en el líquido queda una cantidad de alcohol correspondiente á la del azúcar que existía en él. Si se le espone á una temperatura de 35 á 40°, entra tambien en fermentacion; al poco tiempo se observa un desprendimiento abundante de gas, que va acompañado de un olor muy desagradable; si se examina el residuo despues que ha terminado la descomposicion no se encuentra alcohol. El azúcar ha desaparecido, así como tambien todas las sustancias nitrogenadas que se hallaban con él en el zumo vegetal; todos estos cuerpos se han descompuesto á la vez: el nitrógeno que formaba parte de las sustancias nitrogenadas se ha convertido en amoniaco que queda en el líquido, y además se observa que se han formado otros tres productos con los elementos del zumo vegetal; uno de ellos constituye un ácido poco volátil que se encuentra en la economía animal, que es el *ácido láctico*; otro es la *manita*, principio cristalino que existe en el maná, y finalmente el tercero es una masa sólida semejante á la goma arábiga, la cual forma con el agua un mucílago espeso. Estos tres productos, independientemente de los gases que se han desprendido, pesan mas que el azúcar que existia en el zumo vegetal, y por lo tanto no han sido formados esclusivamente por los elementos del azúcar. Como antes de efectuarse esta metamórfosis no existia ninguno de estos productos en el zumo vegetal, es evidente que deben haber sido formados por la descomposicion recíproca de los elementos del azúcar y de las sustancias estrañas; á esta série de metamórfosis es cabalmente á lo que damos el nombre de *putrefaccion*.

Del fermento.—Si se examina atentamente las materias

que promueven en otros cuerpos la fermentacion y la putrefaccion, se hallará siempre que se encuentran en un estado de alteracion.

Vamos á ocuparnos primeramente de la sustancia tan interesante que se deposita en estado insoluble en la cerveza, en el vino, y en los zumos vegetales en fermentacion, la que se denomina *fermento*, en razon de la facultad particular que posee de hacer fermentar el azúcar y los zumos azucarados. La esperiencia nos enseña que el fermento no es otra cosa que un cuerpo nitrogenado, que se halla en un estado de alteracion y de putrefaccion.

El fermento tiene la propiedad de convertir el oxígeno del aire ambiente en ácido carbónico, y de desprender tambien este gas de su propia masa (COLIN); debajo del agua continua desprendiendo ácido carbónico, y pasados algunos dias produce gases fétidos (THÉNARD). Por último se trasforma en una sustancia semejante al queso podrido (PROUST), y en este caso pierde enteramente sus propiedades activas.

Para que el fermento conserve sus propiedades activas, ó lo que es lo mismo para que se mantenga en putrefaccion, se necesita la presencia del agua; cuando se le priva de esta por medio de la presion, se disminuye su actividad y desaparece enteramente por la desecacion. Se consigue tambien esto último por diferentes medios, tales como por el calor de la ebulicion, el alcohol, la sal comun, un esceso de azúcar, el óxido de mercurio, el sublimado corrosivo, el ácido piroleñoso, el ácido sulfuroso, el nitrato de plata y los aceites esenciales, es decir, por todas las sustancias que impiden la putrefaccion.

El cuerpo insoluble que se denomina fermento no promueve la fermentacion. Cuando se lixivia convenientemente la levadura de cerveza ó de vino con agua destilada, fria y privada de aire, procurando que quede siempre sobre la materia una capa de agua, se obtiene en último resultado una sustancia que carece de la facultad de hacer fermentar el agua azucarada.

La parte soluble del fermento tampoco promueve la fermen-

tacion. Cuando se pone en contacto, en un vaso cerrado, una decoccion acuosa de fermento caliente y clara, con agua azucarada, no la hace fermentar. Ahora bien ¿qué materia es la que promueve la fermentacion siendo asi que carece de esta facultad la parte soluble y la insoluble? Esta cuestion ha sido resuelta por COLIN del modo mas decisivo, y segun las esperiencias de este sabio, la fermentacion se establece á causa de la alteracion que esperimenta la parte soluble del fermento en contacto con el aire. Asi es que cuando se deja enfriar á el aire la decoccion acuosa, haciendo de modo que permanezca por cierto tiempo en contacto con él, y se la vierte despues en el agua azucarada, produce una viva fermentacion; por el contrario, si no se la ha espuesto á el aire, la mezcla no manifiesta el menor indicio de fermentacion. Por el acceso del aire hay absorcion de oxígeno, y pasado algun tiempo la decoccion contiene ácido carbónico.

Si se calienta la levadura de cerveza hasta 60,° en un vaso cerrado, deja de desprender gases y pierde tambien la propiedad de hacer fermentar el agua azucarada; poniéndola en contacto del aire, recobra esta propiedad despues de algunas horas, y al mismo tiempo desprende de su propia masa ácido carbónico.

Por consecuencia, la levadura promueve la fermentacion en virtud de una alteracion progresiva que esperimenta en el agua y en contacto del aire.

Si examinamos ahora las alteraciones que sufre la levadura, despues de haber estado en contacto con una cantidad tal de azúcar, que toda se haya metamorfoseado, se nota que á medida que esta se convierte en alcohol y ácido carbónico, desaparece cierta porcion de fermento. Segun las esperiencias de THÉNARD, 20 p. de levadura de cerveza reciente y 100 de azúcar, han dejado, despues de terminada completamente la fermentacion, 13,7 p. de un residuo insoluble; el cual puesto en contacto con una nueva cantidad de azúcar, ha quedado reducido á 10 partes. Este último resíduo era blanco, tenia todas las propiedades del leñoso, y no ejercia la menor accion sobre una nueva cantidad de azúcar.

De lo dicho resulta que en la fermentacion del azúcar se producen simultáneamente dos descomposiciones distintas, por efecto de las cuales el azúcar y el fermento desaparecen del todo. Segun esto, si el fermento es realmente un cuerpo en putrefaccion, que no escita la fermentacion sino en virtud de su propia descomposicion, es preciso que todas las materias que se hallan en igual estado produzcan el mismo efecto sobre el azúcar. En efecto, esto es lo que realmente sucede con las materias siguientes en putrefaccion: la carne muscular, la orina, la cola de pescado, el osmazomo, la clara de huevo, el queso, la gliadina, el gluten, la legumina y la sangre hacen fermentar el agua azucarada; la levadura por si, privada de sus propiedades activas por repetidas lociones, recobra esta facultad cuando se la deja abandonada por algun tiempo en un sitio caliente y en donde pueda entrar en fermentacion.

La levadura de cerveza y en general todas las materias animales y vegetales en putrefaccion comunican á otros cuerpos el estado de descomposicion en que existen ellas; por consiguiente se conducen del mismo modo que el peróxido de hidrógeno con el óxido de plata: el movimiento que por efecto de la perturbacion del equilibrio se imprime á sus propios elementos, se comunica tambien á los de los cuerpos con quienes se hallan en contacto.

En la fermentacion del azúcar por medio de la levadura, deben tenerse presentes estas dos circunstancias: si la cantidad de fermento es mucho menor que la del azúcar, se termina antes su putrefaccion que la de esta última sustancia; queda en este caso cierta porcion de azúcar no alterada, porque cesa la causa que produce la descomposicion; es decir, no se establece contacto con ningun otro cuerpo en descomposicion. Por el contrario, si predomina el fermento, el azúcar esperimenta antes la putrefaccion que el fermento; solo desaparece una corta porcion de esta sustancia, y la restante queda y continúa descomponiéndose. Puesta en contacto con una nueva cantidad de agua azucarada, vuelve á promover la fermentacion hasta que haya recorrido todas las fases de su propia metamórfosis.

Segun esto se necesita cierta porcion de fermento para que fermente una cantidad determinada de azúcar; no obstante el fermento no obra en virtud de su masa, y sí únicamente por su presencia por todo el tiempo que dura la descomposicion del azúcar.

Conclusiones.—Los hechos que acabamos de esponer demuestran la existencia de una causa nueva que da orígen á las descomposiciones y combinaciones; la cual no es otra cosa que el movimiento que un cuerpo en descomposicion comunica á otras materias, cuyos elementos se hallan unidos con una afinidad muy débil. Las materias que promueven estas descomposiciones no obran en virtud de la naturaleza química que les es peculiar, y sí solo porque son los móviles de una accion que traspasa los límites de la esfera de su propia descomposicion.

Las consideraciones que preceden permiten esplicar de un modo satisfactorio una porcion de fenómenos bien conocidos. Así es que, cuando se vierte ácido hidroclórico sobre la orina de caballo reciente, se obtiene una cantidad bastante abundante de ácido hippurico; mas, por el contrario, si se deja podrir la orina, no se obtiene el menor indicio, y en su lugar se forma ácido benzóico. Se obtiene una cantidad considerable de nitrato de uréa cuando se añade ácido nítrico á la orina humana reciente y evaporada; por el contrario la orina podrida no suministra uréa. Segun Robiquet, cuando la amigdalina se halla en contacto con el fermento y el azúcar, desprende, pasados algunos meses, una gran cantidad de ácido cianhídrico. Si se evapora una solucion de esparraguina, tal como se la obtiene tratando en frio la raíz de malvavisco por el agua de cal, se produce un mucilago espeso, en el cual se deposita una cantidad considerable de cristales de esparraguina; si se pone la solucion en contacto con el fermento, desaparece toda la esparraguina, y despues de terminada la fermentacion, el líquido contiene asparagato de amoníaco.

Ya hemos dicho que por efecto de la afinidad predominante de el nitrógeno para el hidrógeno, y de la del carbono para el oxígeno, así como tambien en virtud de la tendencia opues-

ta que tienen estos elementos á combinarse con los del agua, las combinaciones nitrogenadas se hallan ya en las condiciones mas favorables para su metamórfosis; por consiguiente, si vemos que los cuerpos exentos de nitrógeno carecen de la propiedad de descomponerse en contacto con el agua, consiste en que no están dotados de esta predisposicion natural, que pertenece esclusivamente á las moléculas nitrogenadas complexas.

Por lo tanto, entre todos los cuerpos, las sustancias nitrogenadas son las que de preferencia promueven la fermentacion y putrefaccion de las materias orgánicas.

Considerando la putrefaccion como una série de metamórfosis de varias sustancias, pertenece por sus resultados á las acciones desoxidantes mas enérgicas, por medio de las cuales se pueden vencer las afinidades mas poderosas. Los ejemplos siguientes apoyan esto mismo.

Cuando se mezcla una solucion acuosa de sulfato de cal con una decoccion de serrin ó de cualquiera otra materia putrescible, y se deja abandonado el todo en un vaso cerrado, desaparece al cabo de cierto tiempo el ácido sulfúrico, y en su lugar se halla ácido carbónico, y ácido hidrosulfúrico libre, que se combinan con la cal.

En las aguas estancadas, que contienen sulfatos, se encuentra á menudo pirita de hierro cristalizada, la cual se halla adherida á las fibras de las raices. Pero se sabe que la madera que se pudre por este medio sin el contacto del aire, esperimenta tal descomposicion, que una parte de su carbono se combina con su propio oxígeno y con el del agua para formar ácido carbónico, ínterin que su hidrógeno, así como el del agua quedan en libertad ó se desprenden constituyendo el gas de los pantanos. Si el agua contiene una sustancia muy oxigenada, por ejemplo ácido sulfúrico, es evidente que este oxígeno, así como el del agua, servirán para producir ácido carbónico, en tanto que el hidrógeno y el azufre que quedan en libertad al mismo tiempo, se combinarán en estado naciente para formar ácido hidrosulfúrico, el cual hallándose en contacto con los óxidos metálicos, se descompondrá tambien á su vez y producirá los sulfuros metálicos.

Si se ponen en contacto las hojas podridas del pastel con el índigo azul y un álcali, en presencia del agua, esperimentan una alteracion mayor y hacen que se desóxide el indigo y se vuelva soluble.

Comparando la composicion de la manita que se forma por la putrefaccion del zumo de remolachas y el de otros vegetales, con la del azucar de uva, se nota que la manita contiene el mismo número de átomos de carbono é hidrógeno, y dos átomos menos de óxigeno; segun esto es muy probable que la manita se derive del azucar de uva, del mismo modo que el indigo blanco y desoxidado del indigo azul.

Por la putrefaccion del gluten se desprende ácido carbónico y gas hidrógeno; se forma ademas fosfáto, acetáto, caseáto y lactáto de amoniaco, en tal cantidad que cesa la descomposicion; si se renueva el agua continua la accion, y ademas de las sales indicadas, se produce carbonato de amoniaco, una sustancia blanca y micacea (óxido caseico), sulfato de amoniaco, y una sustancia mucilaginosa que tiene la propiedad de coagularse en contacto con el cloro.

El ácido láctico es uno de los cuerpos que se producen mas frecuentemente por la putrefaccion de las materias orgánicas.

Si partiendo de estas esperiencias, se compara la putrefaccion y la fermentacion con los cambios que esperimentan las sustancias orgánicas por la destilacion seca, se ve que esta última no es otra cosa que una combustion de carbono, que se efectua en el seno mismo de una materia á espensas de parte ó de todo su oxígeno, combustion que dá por resultado la formacion de otros compuestos mas hidrogenados. La fermentacion es una combustion de la misma especie que se establece en el seno de un líquido, á una temperatura poco superior á la ordinaria, entre los elementos de una misma materia; finalmente la putrefaccion es tambien una combustion en la que todos los elementos de las sustancias que reaccionan toman parte recíprocamente.

DE LOS FENÓMENOS DE EREMACAUSIA Ó DE COMBUSTION LENTA.

Ademas de los fenómenos de fermentacion y de putrefaccion, la naturaleza orgánica nos presenta con bastante frecuencia ciertas alteraciones que esperimentan las materias bajo la influencia del aire, y que son efecto de una combinacion lenta de sus elementos con el óxigeno de la atmósfera. Estas descomposiciones, que son unas verdaderas combustiones, han recibido el nombre de *fenómenos de eremacausia* (en aleman *Vervvesung*).

A esta clase de descomposiciones pertenece la trasformacion de la madera en mantillo (ulmina), la del alcohol en vinagre, la nitrificacion y otro muchos fenómenos.

Los zumos vegetales acuosos, ciertas sustancias animales, el serrin de madera humedecido, la sangre, etc., no pueden estar en contacto con el aire sin que en el mismo instante esperimenten una alteracion progresiva, bajo el respecto de su color y de sus propiedades, lo cual depende de la absorcion de oxígeno. Esta alteracion no se efectua cuando falta el agua, y á la temperatura de cero; para que se desarrolle se necesita cierto grado de calor, que varia segun la naturaleza de los cuerpos.

Las materias nitrogenadas son las que con especialidad nos manifiestan estos fenómenos.

Cuando se evaporan los zumos vegetales á un calor suave y en contacto con el aire, se deposita, como producto de la accion del oxígeno, una materia negra ó negro-parduscca, que en todos ellos parece ser casi de la misma naturaleza, la que se denomina *sustancia estractiva*; es poco soluble en el agua ó enteramente insoluble y se disuelve facilmente en los álcalis.

Ciertas materias vegetales ó animales sólidas producen por la accion del aire una sustancia semejante, de color negro-pardusco y pulverulenta, que se conoce con el nombre de *mántillo* (ulmina).

Las condiciones necesarias para que la eremacausia se es-

tablezca varían bastante; muchas materias orgánicas y en particular las mezclas, se oxidan ya á el aire con solo humedecerlas, y otras cuando se las pone en contacto con los alcalis. Sin embargo, la mayor parte no esperimentan esta combustion lenta sino se hallan en presencia de otras sustancias que se encuentren ya en un estado de eremacausia.

Todas las sustancias que paralizan la fermentacion y la putrefaccion pueden producir este mismo efecto en la eremacausia de una materia orgánica; asi es que los ácidos minerales, las sales mercuriales, las sustancias aromáticas, los aceites empireumáticos y la esencia de trementina, obran del mismo modo en este sentido. Sobre todo estas últimas actúan sobre los cuerpos que esperimentan la eremacausia como sobre el hidrógeno fosforado, que impiden el que se inflame espontáneamente.

Muchas materias que por si solas ó en estado húmedo no esperimentarian los efectos de la eremacausia, se alteran tan pronto como se las pone en contacto con un alcali.

Asi es que, el ácido agálico, la hematina y otras muchas sustancias se las puede conservar disueltas en agua; pero la menor cantidad de un álcali libre les comunica la facultad de atraer el oxígeno y de trasformarse en materias pardas semejantes á la ulmina (CHEVREUL.)

Los fenómenos mas curiosos de eremacausia se manifiestan cuando se someten ciertas sustancias vegetales á la accion simultánea del agua, del aire y del amoniaco; en este caso absorven con avidez el oxígeno del aire, sin que desprendan ácido carbónico, y se producen, del mismo modo que con la orcina, la floricina, la eritrina, etc., líquidos de un hermoso color rojo ó violado, que contienen una materia nitrogenada, en la que, no obstante, el nitrógeno no existe bajo la forma de amoniaco.

En todas estas descomposiciones se ha observado que el oxígeno rara vez dirige su accion sobre el carbono de la sustancia, y que lo hace de preferencia sobre el hidrógeno; absolutamente como en las combustiones que tienen lugar á una temperatura elevada. Por esta razon si se inflama el gas hidro-

geno carbonado y se hace llegar la cantidad estrictamente necesaria de oxígeno para quemar todo su hidrógeno, se nota que el carbono no se quema y se deposita en estado de polvo de imprenta; si la cantidad de oxígeno es insuficiente para quemar todo el hidrógeno, se producen carburos de hidrógeno que contienen menos hidrógeno que el carburo primitivo, tales como la naftálina y algunos otros.

Si aplicamos los principios que se deducen de las esperiencias practicadas acerca de la combustion de las materias carbonadas á temperaturas muy altas, á las combustiones á temperaturas bajas, se puede establecer por regla general que el carbono de una sustancia no se quema hasta despues que lo ha verificado el hidrógeno que se hallaba combinado con él, ó lo que es lo mismo hasta tanto que se haya convertido en agua.

Entre las materias susceptibles de esperimentar los efectos de la eremacausia podemos distinguir unas que se combinan con el oxígeno del aire sin produccion de ácido carbónico, y otras cuya absorcion de oxígeno va acompañada de un desprendimiento de ácido carbónico.

Eremacausia del ácido piroagálico.—Segun las esperiencias de DOEBEREINER, 100 partes de ácido piroagálico absorben, bajo la influencia del amoniaco y del agua, 38,09 de oxígeno, y se trasforman en una materia como podrida que contiene menos oxígeno que la sustancia primitiva. Es evidente que este producto no es un óxido superior, porque si comparamos la cantidad de oxígeno que ha absorbido el ácido piroagálico, con el hidrógeno que existe en él, se halla que el oxígeno con que se ha combinado ha sido el suficiente para formar agua con este hidrógeno.

Eremacausia de la orcina.—Cuando la orcina incolora se trasforma en orceina roja, en presencia del amoniaco y del oxígeno, se nota que los 5 átomos de oxígeno que se absorbe obran tan solo sobre su hidrógeno, y se forma agua, en tanto que el resto de los elementos del amoniaco y la orceina no esperimentan ninguna otra alteracion. 1 equivalente de orcina=$C_{18} H_{24} O_8$ y otro de amoniaco $N_2 H_6$, absorben 5 equi-

valentes de oxígeno y resultan otros 5 equivalentes de agua y 1 de orceina $C_{18}H_{20}O_8N_2$ (DUMAS).

Por probable que sea que en la eremacausia de las sustancias orgánicas la accion del oxígeno se dirija siempre de preferencia en un principio sobre el hidrógeno, como elemento el mas combustible, sin embargo, no se puede concluir que el carbono nunca se combine con el oxígeno, cuando sus partículas se hallan en contacto con el hidrógeno, porque sabemos, por ejemplo, que el nitrógeno que no se une directamente con el oxígeno, se combina con él y forma ácido nítrico, si se le mezcla con hidrógeno y se le quema entonces en el oxígeno. Sin duda en este último caso la combustion del hidrógeno se comunica al nitrógeno que se halla en contacto con él, y aumenta por decirlo así la afinidad para el oxígeno. Por consiguiente se concibe que cuando el carbono se halla en contacto con el hidrógeno en eremacausia, puede combinarse algunas veces directamente con el oxígeno y formar ácido carbónico, aunque carezca de esta facultad á la temperatura ordinaria. Sin embargo, las mas veces, la formacion del ácido carbónico en la eremacausia de las materias hidrogenadas se debe á otra causa; segun parece este ácido se produce entonces casi del mismo modo que el ácido acético en la eremacausia del salicílito de potasa (saliciluro de potasio). Se sabe que cuando se espone esta última sal á la accion del aire húmedo, absorbe 3 átomos de oxígeno y se descompone en ácido acético y en una materia negra parecida á el humus, conocida con el nombre de ácido melánico (PIRIA).

Eremacausia de la hematina.—Segun las esperiencias de CHEVREUL, 0,2 gramos (4,006 granos) de hematina disuelta en potasa y puesta en contacto con el oxígeno, han absorbido 25,6 centímetros cúbicos (10,025 pulgadas cúbicas) de este gas; la solucion alcalina contenia entonces 6 centímetros cúbicos (2,584 pulgadas cúbicas) de ácido carbónico; mas como en estos 6 centímetros cúbicos existia un volúmen igual de oxígeno, es evidente que los ¾ del oxígeno absorbido no se han dirigido sobre el carbono; ademas es muy probable que durante la oxidacion del hidrógeno, una parte del carbono de

la sustancia se haya unido á cierta cantidad de oxígeno de esta, y de orígen á ácido carbónico que se separa.

Eremacausia del leñoso.—Las esperiencias de TH. DE SAUSSURE acerca de la combustion lenta del leñoso no nos dejan duda alguna respecto á este punto. En efecto, por cada volúmen de oxígeno que absorve el leñoso humedecido, se desprende un volúmen igual de ácido carbónico, que, como sabemos, contiene el mismo volúmen de oxígeno; pero como en el leñoso existe carbono y los elementos del agua, es claro que el resultado de la accion del oxígeno sobre él, debe ser idéntico á el de la oxidacion directa del carbono puro. Sin embargo, todas las reacciones que presenta el leñoso nos demuestran que el oxígeno y el hidrógeno que contiene no se hallan bajo la forma de agua, porque si esto fuese así, sería preciso considerar tambien el almidon, el azúcar y la goma como hidratos de carbono. Puesto que por lo que antecede vemos que el hidrógeno no existe en estado de agua, no podemos admitir sin ponernos en contradiccion con todas las esperiencias hechas acerca de la eremacausia, que el carbono se oxida directamente en presencia de este hidrógeno.

Eremacausia del alcohol.—La accion que ejerce el oxígeno sobre una materia tan rica en hidrógeno, como es el alcohol, prueba de un modo irrecusable que la formacion directa del ácido carbónico es siempre la última fase de la oxidacion, y que antes de que la materia orgánica llegue á ella, recorre una serie de trasformaciones, de las cuales la última dá por resultado la combustion completa del hidrógeno. Asi es que, la aldehida, los ácidos acético, fórmico, oxálico y carbónico son los productos sucesivos de la oxidacion del alcohol, cuya formacion es fácil de comprender. En efecto, la aldehida es el alcohol con menos hidrógeno; de la union de esta sustancia con el oxígeno resulta el ácido acético, el cual combinándose con mayor cantidad de oxígeno se convierte en ácido fórmico y agua; el ácido fórmico, perdiendo todo su hidrógeno, se trasforma en ácido oxálico, el que por la accion de una nueva cantidad de oxígeno pasa al estado de ácido carbónico. Aun cuando la formacion de los primeros productos fuese simultánea,

está suficientemente probado que el ácido carbónico se produce siempre cuando se ha oxidado todo el hidrógeno del alcohol.

Eremacausia de los aceites secantes.—La eremacausia de los aceites secantes nos demuestra claramente que la absorcion del oxígeno no depende de la formacion del ácido carbónico. En efecto, una esperiencia hecha con un aceite de nueces que contenia aun materias mucilaginosas y otras impuridades, ha dado tan solo 21 volúmenes de gas ácido carbónico por 146 de oxígeno absorvido (SAUSSURE).

Resúmen.—Los ejemplos que hemos espuesto nos manifiestan que la eremacausia no es otra cosa que una combustion á una temperatura baja, enteramente idéntica en sus resultados á la combustion que se efectua á una temperatura elevada bajo la influencia de una cantidad insuficiente de oxígeno. En este caso el elemento mas combustible de la sustancia orgánica se une de preferencia á el oxígeno, á una temperatura en la que los demas elementos no pueden combinarse con él, y esta facultad de oxidarse ya ó de quemarse á una temperatura baja obra entonces como una afinidad mas ó menos enérgica. Tenemos otra porcion de ejemplos que nos confirman esto mismo. Asi es que la facilidad con que el potasio se quema al aire y en el agua no puede servirnos de regla para determinar la afinidad que tiene para el oxígeno, y tenemos fundados motivos para creer que el magnesio y el aluminio poseen una afinidad mayor para este elemento que el potasio, aunque ninguno de estos dos cuerpos se oxida á la temperatura ordinaria en el aire ni en el agua.

Del mismo modo, el fósforo y el hidrógeno se combinan con el oxigeno á la temperatura ordinaria; el primero en el aire húmedo y el segundo en contacto con el negro de platino; por el contrario, el carbono exige para oxidarse un calor rojo. Por lo tanto, el fósforo y el hidrógeno son mucho mas combustibles que el carbono; la afinidad que tienen para el oxígeno á la temperatura ordinaria es mayor, y á pesar de esto en otras circunstancias, el carbono les escede á ambos en afinidad para el indicado gas.

En la putrefaccion se hallan reunidas todas las condiciones

bajo las cuales se manifiesta de preferencia la afinidad del carbono para el oxígeno; la elasticidad y cohesion de los productos en nada se oponen á su influencia; por el contrario, en la eremacausia hay que vencer todos estos obstáculos.

La formacion del ácido carbónico en la eremacausia de las sustancias vegetales y animales que abundan en hidrógeno es, segun esto, asi como en la putrefaccion y la fermentacion, una consecuencia del desequilibrio de los elementos y del modo distinto con que se agrupan estos. El hidrógeno de estas sustancias se combina primero con el oxígeno, y el carbono y el oxígeno de las mismas se separan despues en estado de ácido carbónico.

La eremacausia de las sustancias hidrogenadas es, segun esto, análoga á la putrefaccion de las materias nitrogenadas. En efecto, hemos visto que en estas últimas se hallan en juego dos afinidades, la del nitrógeno para el hidrógeno, y la del carbono para el oxígeno, afinidades que en circunstancias convenientes determinan la escision de la molécula de estas sustancias. En los cuerpos que por efecto de la eremacausia que esperimentan desprenden ácido carbónico, se hallan tambien en actividad dos afinidades; por una parte la del oxígeno del aire para el hidrógeno de la sustancia, afinidad que en este caso reemplaza la del nitrógeno para el mismo elemento, y por otra la del carbono para el oxígeno de la sustancia, afinidad que en todos los casos permanece la misma.

Cuando se pudre la madera en el fondo de los pantanos el carbono y el oxígeno se separan en estado de ácido carbónico, y el hidrógeno bajo la forma de hidrógeno carbonado. En la eremacausia de la madera, es decir, cuando se pudre en contacto con el aire (putrefaccion seca), su hidrógeno no se combina con el carbono y sí con el oxígeno, con el cual tiene mas afinidad á la temperatura ordinaria.

A esta identidad de accion es á la que necesariamente debemos atribuir la circunstancia de que los cuerpos en eremacausia y en putrefaccion puedan reemplazarse recíprocamente respecto á el modo como obran unos sobre otros. Asi es que, todos los cuerpos en putrefaccion entran en eremacau-

sia cuando el aire tiene libre acceso, y todas las materias en eremacausia entran en putrefaccion cuando se les priva del contacto del aire. Ademas, todos los cuerpos en eremacausia son susceptibles de escitar la putrefaccion de otros cuerpos, asi como lo hacen otras materias podridas.

Influencia del oxígeno del aire sobre las metamórfosis.—Todas las materias que, como se admite ordinariamente, poseen la facultad de fermentar ó de podrirse por sí mismas, no esperimentan sin embargo esta alteracion sin que se destruya primero el equilibrio de sus elementos. Antes de fermentar ó de podrirse absorven cierta cantidad de oxígeno, y entonces es cuando únicamente se observan indicios de una verdadera metamórfosis.

Segun una opinion errónea, que se halla bastante generalizada, se cree que dejando abandonadas á sí mismas las sustancias orgánicas, pueden alterarse sin la intervencion de ninguna causa estraña. Pero es positivo, que si estas sustancias no se encuentran ya en un estado de alteracion, debe necesariamente destruirse primero el equilibrio de atraccion de sus elementos; pero la causa mas principal de esta perturbacion es, á no dudar, la atmósfera que envuelve todos los cuerpos. Por esta razon si se pone al abrigo del contacto inmediato del oxígeno del aire el jugo vegetal mas espuesto á alterarse, se conserva perfectamente, mientras que la célula ó el órgano, en el cual se halla contenido, resiste á esta accion, y solo despues que se encuentra nuevamente en presencia del aire, y ha absorbido cierta cantidad de oxígeno, es cuando se corrompen las materias que tiene en disolucion.

Los interesantes trabajos de GAY-LUSSAC acerca de la fermentacion del mosto y las aplicaciones importantes á que han conducido, son los mejores argumentos que se pueden oponer en apoyo de la parte activa que toma la atmósfera en las alteraciones de las sustancias orgánicas. En efecto, este sabio ha demostrado que cuando se esprimen las uvas debajo de una campana llena de mercurio, el mosto no fermenta; pero la fermentacion se establece en el momento que se introduce una burbuja de aire. Cuando se esprimen las uvas en contacto con

el aire, en cuyo caso se hallan en las condiciones necesarias para la produccion del fenómeno, cual es la presencia del oxígeno, la fermentacion no llega á efectuarse, si se calienta préviamente el zumo hasta la temperatura de 100°: por este medio se puede conservar el mosto al abrigo del aire por espacio de bastantes años sin que se deteriore ni pierda la propiedad de entrar en fermentacion cuando se le vuelve á poner en contacto con el aire.

Del mismo modo, tampoco se pudren las carnes cualquiera que sea su especie, ni las verduras mas sujetas á corromperse, cuando se las somete previamente al calor de la ebullicion del agua y se las conserva en vasos herméticamente tapados; es decir que se deja que se termine la eremacausia á espensas de una cantidad limitada de oxígeno á una temperatura en la que no se puede producir la fermentacion ni la putrefaccion. Por este medio es como despues de quince años se las ha hallado con las mismas propiedades que tenian antes de someterlas á esta operacion.

Es imposible desconocer el modo como obra el oxígeno en estas descomposiciones: altera evidentemente las materias nitrogenadas disueltas en el mosto ó en los zumos vegetales, y por esta razon las pone en cierto estado de desequilibrio, que es el orígen de todas las metamórfosis.

El oxígeno obra en este caso del mismo modo que la frotacion, el choque, ó un movimiento cualquiera que determina la descomposicion recíproca de dos sales, la cristalizacion de una solucion salina saturada ó la esplosion de la plata fulminante; destruyendo en las sustancias su estado de reposo, las pone en movimiento. Tan luego como las moléculas se hallan en este desequilibrio, deja de ser necesaria la presencia del oxígeno, porque la partícula mas diminuta de la materia nitrogenada en descomposicion comunica su propio movimiento á la partícula inmediata. Llegado este caso, se puede impedir el acceso del aire sin que se paralice la fermentacion ó la putrefaccion. Se ha observado tambien respecto á algunos frutos que basta el contacto del ácido carbónico para que fermente su jugo.

El mosto, esprimido en contacto con el aire, contiene una

materia que se halla en un estado de descomposicion; se enturbia y precipita una sustancia amarillenta cuya cantidad continúa aumentando, aun cuando se intercepte completamente el acceso del aire.

Causas químicas de la eremacausia. — Entre las causas químicas que producen la eremacausia, podemos citar el contacto del amoniaco y de los álcalis en general, contacto que dá por resultado la absorcion del oxígeno respecto á ciertas materias que no se descomponen en presencia del oxígeno solo ó de los álcalis. Asi es que, el alcohol no se combina con el oxígeno á la temperatura ordinaria; por el contrario la solucion alcohólica de hidrato de potasa absorve rápidamente el oxígeno, toma un color amarillo ó pardo y pasado cierto tiempo se hallan en ella los ácidos acético y fórmico, y los productos que resultan de la descomposicion de la aldehida por los álcalis, entre los cuales se distingue particularmente el cuerpo resinoso que colora el líquido.

Propagacion de la eremacausia. — La condicion general para que se establezca en las materias orgánicas es, como ya hemos visto, el contacto de estas materias con cualquiera otra que se halle ya en eremacausia ó en putrefaccion; por consiguiente podemos decir que se propaga por una especie de contagio.

En efecto la madera podrida es la que pone en el mismo estado á la que no ha esperimentado alteracion; el leñoso bien dividido y en eremacausia es tambien el que trasforma con tanta rapidez el ácido tánico de las agallas humedecidas en ácido agálico.

El ejemplo mas curioso y decisivo de este cambio del estado de combustion ha sido observado por T. DE SAUSSURE. Segun este químico, el leñoso, el algodon, la seda y el mantillo, siempre que se hallen húmedos y en un estado de descomposicion, trasforman el oxígeno que les rodea en ácido carbónico sin cambiar el volúmen de aquel. Despues de haber añadido al oxígeno cierta cantidad de hidrógeno, observó SAUSSURE que desde este momento se obtuvo por resultado una disminucion de volúmen. Parte del hidrógeno desapareció y con él una por-

cion de oxígeno, sin que no obstante se formase una cantidad de ácido carbónico correspondiente á este último. El oxígeno y el hidrógeno habian desaparecido en las proporciones que estos gases constituyen el agua; la eremacausia de las demas materias habia producido evidentemente esta combustion.

Vemos por lo que antecede que la eremacausia de las materias orgánicas se parece en sus efectos á la accion que ejerce el platino dividido sobre una mezcla de oxígeno y de hidrógeno; sin embargo hay en este caso la diferencia de que cierto volúmen de óxido de carbono destruye enteramente el efecto de este último, al paso que no pone el menor obstáculo á que el hidrógeno se queme en contacto con las materias en eremacausia.

Segun SAUSSURE, todas las materias que impiden la putrefaccion destruyen tambien la propiedad que tienen las sustancias fermentescentes de condensar bajo la forma de agua una mezcla de oxígeno é hidrógeno; estas materias por sí solas carecian de esta propiedad antes de que hubiesen entrado en fermentacion ó en eremacausia.

Si en lugar del hidrógeno, ponemos en contacto con las materias orgánicas en descomposicion el vapor de una sustancia volátil y rica en hidrógeno, la esperiencia nos demuestra que si se espone el hidrógeno, en este estado de condensacion, á la accion del oxígeno, se oxida con mucha mas rapidez que cuando se halla libre.

Acetificacion del alcohol; formacion del vinagre.

En la fabricacion del vinagre segun el procedimiento de que se hace uso en Alemania (método de SCHUZENBACH), se hallan reunidas todas las condiciones para la eremacausia del alcohol y su trasformacion en ácido acético. En efecto, se espone el alcohol de modo que presente mucha superficie, á la accion del oxígeno, á una temperatura superior á la ordinaria; sin embargo estas circunstancias son insuficientes para efectuar la oxidacion, y se necesita primero que el alcohol contenga una materia que se altere ligeramente en contacto con el aire

y que esperimente los efectos de la eremacausia por solo su contacto con el oxígeno, ó que por su fermentacion y putrefaccion dé orígen á productos que estén dotados de esta propiedad. Con este objeto puede hacerse uso indistintamente de un poco de cerveza, de vino agriado, de una decoccion de mosto de cerveza, de miel y de otra porcion de materias de esta especie.

Como que estas diversas sustancias ejercen una misma accion, nos prueba que no existe en ellas una materia particular que promueva la eremacausia, y que solo son el móvil de una accion que traspasa los límites de su propia descomposicion; esta no es otra cosa que el estado de combustion que se comunica á los átomos del alcohol. Asi como en una aleacion de platino y de plata, el primero de estos metales adquiere la facultad de combinarse con el oxígeno por su contacto con la plata, mientras tanto que esta se oxida, del mismo modo tambien se establece la oxidacion del alcohol por efecto de su contacto con una materia que se halla en estado de eremacausia ó de putrefaccion. Su hidrógeno se oxida con desprendimiento sensible de calor, á espensas del oxígeno que le rodea, y se forma primero aldehida que atrae el oxígeno con la misma avidez que el ácido sulfuroso, y se convierte en ácido acético.

Eremacausia de las materias nitrogenadas; formacion del nitro.

Si se consultan las esperiencias practicadas acerca de la combustion de las materias nitrogenadas, con objeto de aplicarlas á la eremacausia de las mismas, se halla que el nitrógeno no se combina jamás directamente con el oxígeno, aun cuando la temperatura sea elevada. Todas las materias orgánicas nitrogenadas contienen carbono é hidrógeno, los cuales tienen una afinidad preponderante para el oxígeno; pero como la que posee el nitrógeno para este cuerpo es tan débil, se encuentra por lo tanto en el mismo caso que un esceso de carbono en la combustion de las materias muy carbonadas; y asi como en estas queda en libertad cierta porcion de

carbono, la combustion de las materias nitrogenadas va siempre acompañada de un desprendimiento de nitrógeno.

Siempre que se espone á la accion del aire una materia animal nitrogenada y humedecida, se observa que hay produccion de amoniaco y nunca de ácido nítrico. Sin embargo, si se halla en presencia de los álcalis y de las bases alcalinas, el nitrógeno esperimenta en las mismas circunstancias una combustion, y entre los productos de la oxidacion resultan nitratos.

Los sabios mas distinguidos admiten que cuando una materia animal se halla en presencia del agna, de una base alcalina y de la suficiente cantidad de oxígeno, su nitrógeno es capaz de combinarse *directamente* con el oxígeno; mas, como ya hemos indicado, no existe un solo hecho que justifique esta opinion. Unicamente, por medio de la combustion con un esceso considerable de hidrógeno, es como se puede oxidar al nitrógeno.

Si se quema una combinacion cianurada en el oxígeno puro, el carbono es solo el que se oxida; si se hace pasar una corriente de cianógeno sobre los óxidos metálicos enrojecidos, únicamente se produce un óxido de nitrógeno, y aun esto se observa rara vez, y nunca cuando existe carbono en esceso. Segun las esperiencias de KUHLMANN, solo se forma ácido nítrico cuando el cianógeno se halla mezclado con un esceso de oxígeno, y se le hace pasar por la esponja de platino candente.

Dedúcese de esto que el nitrógeno carece de la facultad de combinarse directamente con el oxígeno, aun cuando las condiciones en que se halle sean las mas favorables. KUHLMANN no ha conseguido oxidarle haciendo actuar sobre él la esponja de platino calentada á diferentes grados. El carbono del cianógeno fue, segun esto, el cuerpo que determinó la combustion del nitrógeno.

Por otra parte sabemos que no se puede esponer el amoniaco, es decir, la combinacion hidrogenada del nitrógeno, á la accion del oxígeno, sin que resulte un óxido de nitrógeno, y despues ácido nítrico. La facilidad con que el nitrógeno, en

estado de amoniaco, se trasforma en ácido nítrico, es precisamente la causa de la grande dificultad que se encuentra en la determinacion del nitrógeno de las combinaciones nitrogenadas, en las cuales existe este cuerpo bajo la forma de amoniaco, ó bien se desprende de ellas en este estado sometiéndolas á una temperatura elevada. Cuando se descompone este amoniaco por medio del óxido de cobre enrojecido, se le obtiene parcial ó totalmente en estado de deutóxido de nitrógeno.

Si se hace pasar un esceso de amoniaco por el peróxido de manganeso ó el hierro enrojecido, se obtiene nitrato de amoniaco en bastante cantidad. El mismo resultado se consigue cuando se hace pasar una mezcla de amoniaco y de oxígeno por la esponja de platino candente.

Por lo tanto son muy raros los casos en que el nitrógeno se combina con el oxígeno, por la combustion de las materias carbonadas; pero ocurren siempre que se quema el amoniaco.

Nitrificacion.—La causa de que el nitrógeno en estado de amoniaco tenga una tendencia pronunciada á trasformarse en ácido nítrico, reposa á no dudar en que por la oxidacion de los elementos del amoniaco, resultan dos productos capaces de combinarse. Esta causa no existe en la combustion de las materias cianuradas, porque en este caso, independientemente de la afinidad que tiene el carbono para con el oxígeno, que impide la oxidacion del nitrógeno, tenemos ademas el estado gaseoso del producto de la combustion, es decir, el ácido cárbonico que preserva á el nitrógeno del contacto con el oxígeno.

Cuando el amoniaco se quema en presencia de una cantidad suficiente de nitrógeno, no solo se produce ácido nítrico, sino tambien agua con la cual se combina; la que es indispensable para la formacion del ácido nítrico, porque como sabemos, este ácido no puede existir en estado anhidro.

Si se tiene presente que la eremacausia es una metamórfosis que solo se diferencia de la putrefacion ordinaria en que necesita la intervencion del oxígeno del aire; si se recuerda que en la trasformacion de las moléculas nitrogenadas, el nitrógeno toma siempre la forma de amoniaco y que entre

todas las combinaciones nitrogenadas el amoniaco es la que contiene el nitrógeno en el estado mas favorable para su oxidacion, se puede casi asegurar que el amoniaco es la causa primera de la formacion del ácido nítrico en la superficie del globo.

Segun esto, las materias animales nitrogenadas no son las condiciones, sino los medios de la nitrificacion; obran por lo tanto suministrando contínuamente amoniaco. Mas como en la atmósfera existe amoniaco, pueden formarse tambien nitratos en las materias que no contienen ninguna sustancia nitrogenada. En efecto, sabemos que la mayor parte de las materias porosas tienen la propiedad de condensar una cantidad de amoniaco; que casi todos los minerales de hierro desprenden productos amoniacales cuando se les espone al fuego y finalmente que el olor que se nota cuando se echa el aliento sobre los minerales arcillosos es debido á la presencia del amoniaco: por lo tanto este cuerpo es una causa de nitrificacion que se halla muy esparcida, causa que se manifiesta siempre que se encuentran reunidas las condiciones necsarias para que el amoniaco se oxide. Es probable que otras sustancias órganicas en eremacausia puedan tambien determinar la combustion del amoniaco; por lo menos son muy raros los casos en que el ácido nítrico se produce en los parajes en que no existen materias orgánicas en descomposicion.

Las consideraciones que hemos espuesto acerca de los fenómenos de fermentacion, de putrefacion y de eremacausia nos conducen á poder apreciar con exactitud la naturaleza de la fermentacion del mosto de uva y del de cerveza, asi como tambien de otros muchos fenómenos de descomposicion.

Consideraciones generales acerca del mosto de vino y del de cerveza.

Hemos indicado en la pág. LII que el mosto entra en fermentacion cuando se le pone en contacto con el aire, y que el azucar sigue descomponiéndose en alcohol y ácido carbónico hasta que desaparece completamente; sin que la accion del aire

se estienda á mas en esta metamórfosis. Ademas del alcohol y el ácido carbónico, se produce tambien otro cuerpo, que es una sustancia de color amarillo ó gris, insoluble y muy nitrogenada; la cual tiene la propiedad de promover nuevamente la fermentacion en el agua azucarada, por cuya razon se la dá el nombre de *fermento*. Se sabe que el alcohol y el ácido carbónico deben su existencia é los elementos del azucar y el fermento á los de las materias nitrogenadas que se hallan en el mosto.

Estas últimas han recibido el nombre de glúten y albumina vegetal. Segun las esperiencias de TH. DE SAUSSURE, el glúten reciente é impuro, abandonado á sí mismo, desprendió al cabo de cinco semanas veintiocho veces su volúmen de gas, del cual las tres cuartas partes eran de ácido carbónico y el resto hidrógeno exento de carbono; resultaron tambien sales amoniacales constituidas por varios ácidos orgánicos. Vemos por consiguiente, que en la putrefaccion del glúten se descompone el agua; su oxígeno entra en combinacion y el hidrógeno queda en libertad, circunstancia que solo se manifiesta en las descomposiciones muy enérgicas. En este caso no se forma fermento ni ninguna materia análoga; tampoco se observa el menor desprendimiento de hidrógeno en la fermentacion de los zumos vegetales azucarados.

Se nota fácilmente que la alteracion que sufre el glúten en estado libre y la descomposicion que esperimenta en los zumos vegetales en que existe disuelto, se refieren á dos metamórfosis diferentes. Hay fundados motivos para creer que su conversion en materia insoluble es debida á que absorve oxígeno, porque en ciertas circunstancias se le puede ya separar, siempre que el aire tenga libre acceso, sin que se halle en presencia del azúcar; ademas sabemos que á medida que el mosto ó cualquier otro zumo azucarado se halla en contacto con el aire, se enturbia antes de entrar en fermentacion, lo que depende de que se forma un precipitado insoluble de la naturaleza del fermento.

Los fenómenos que se observan en la fermentacion del mosto de cerveza nos demuestran de un modo incontestable

que la levadura proviene del glúten y que se forma á medida que el azúcar se metamorfosea; el mosto de cerveza, asi como el de uva, contiene disuelto el glúten; añadiendo la levadura, el mosto fermenta, y despues que se ha terminado la descomposicion se halla que la cantidad de levadura ha aumentado mas de treinta veces su peso.

Examinando con el microscopio la levadura de cerveza y la del vino, se observa, que con corta diferencia, tienen la misma forma y testura; se conducen del mismo modo con los ácidos y los álcalis y poseen en igual grado la propiedad de hacer fermentar el azúcar, lo que nos conduce á considerarlas como idénticas.

La descomposicion del agua por la putrefaccion del glúten es un hecho con que la ciencia se ha enriquecido, y bien sea que se descomponga en estado soluble ó insoluble, queda demostrado que sus principios constitutivos tienen tendencia á apoderarse del oxígeno del agua. Si es cierto que el glúten se hace insoluble uniéndose al oxígeno, como todas las esperiencias parecen probárnoslo, es preciso que el oxígeno que produce esta accion en los líquidos fermentescentes, que se hallan á cubierto del contacto del aire, provenga de los elementos del agua, ó si no de los del azúcar, cuya sustancia contiene el oxígeno y el hidrógeno en las proporciones del agua. En la fermentacion del mosto de vino y del de cerveza, este oxígeno no procede de la atmósfera.

Vemos segun esto, que la fermentacion que esperimenta el azucar puro en contacto con la levadura de vino ó de cerveza es muy diferente de la del mosto de uva ó del de cerveza. En el primer caso *desaparece* la levadura á medida que el azúcar se descompone, y en el segundo ademas de la metamórfosis del azúcar, la esperimenta tambien el glúten, de lo que resulta *produccion* de levadura.

Como entre los productos que se obtienen en la fermentacion del mosto de vino y del de cerveza no se halla hidrógeno libre, es claro que la oxidacion del glúten, ó lo que es lo mismo su trasformacion en levadura, debe efectuarse á espensas del oxígeno del agua ó del azúcar. Si el agua ha tomado parte,

su hidrógeno debe necesariamente haber entrado en nuevas combinaciones; si ha sido el azúcar, debe estar formado de los productos mas hidrogenados ó menos oxigenados que contienen todo el carbono del azúcar. Pero sabemos que el vino, y en general los líquidos fermentados, contienen tambien ademas del alcohol, otros productos que no puede demostrarse su presencia en los zumos vegetales antes de que esperimenten la fermentacion, los cuales deben necesariamente haberse formado de un modo análogo al que lo verifica la manita, durante la fermentacion del zumo de remolachas.

El olor y sabor que distinguen los vinos de todos los líquidos fermentados dependen segun se sabe de la presencia del *enantato de óxido de etila*, éter que está formado por un ácido volátil muy combustible, y que tiene una consistencia oleaginosa. El aguardiente que se obtiene con las patatas y con el trigo debe tambien su sabor y olor á unas materias oleosas particulares, conocidas con los nombres de *aceite de trigo* ó de *patatas* (*fuseloele* de los Alemanes), las cuales tienen mas conexion con el alcohol por lo que respecta á sus propiedades químicas, que con los otros cuerpos orgánicos. Estos cuerpos son los productos de la desoxidacion de las materias que existen disueltas en los líquidos que esperimentan la fermentacion, y contienen menos oxígeno y una cantidad mayor de hidrógeno que el glúten y el azúcar. Efectivamente el ácido enántico contiene mucho menos oxígeno que el azúcar, en tanto que el carbono y el hidrógeno existen en él en las mismas relaciones que en el azúcar; por el contrario en el aceite de patatas se encuentra mucho mas hidrógeno que el que se necesita para esta identidad de relacion.

No hay duda que estos líquidos volátiles son el resultado de una verdadera putrefaccion, y que no se forman por la accion recíproca de los elementos del azúcar y del glúten. Sin embargo es verdad que hay además otras causas que han ejercido cierta influencia respecto á su formacion y propiedades.

Aroma de los vinos.—Los principios aromáticos y sápidos de los vinos se producen durante la fermentacion del mosto que contiene cierta cantidad de ácido tártrico; los vinos en

que no existe este ácido, ó que contienen cualquier otro ácido orgánico, tal como el acético, carecen de estos principios. Los vinos de los paises meridionales no tienen el olor vinoso; en los vinos de Francia se percibe ya bastante este olor, pero sobre todo es muy pronunciado en los del Rhin. Asi es que, entre las uvas que se recolectan en los paises rhinianos, las que tardan mas en madurar y que rara vez adquieren un grado perfecto de madurez, tales como las llamadas *riessling* y *orleans*, son las que tienen el olor vinoso mas fuerte, el aroma mas pronunciado, y en proporcion contienen mayor cantidad de ácido tártrico. Las uvas tempranas, tales como el *rulaender* y algunas otras, producen vinos espirituosos, que se parecen por su sabor á los de España, pero carecen de aroma. La uva *riessling* que ha sido llevada del Rhin al Cabo, en donde madura perfectamente, da un vino delicioso, mas con todo carece del aroma que caracteriza los vinos del Rhin. Segun esto, se deduce fácilmente que el ácido que existe en los vinos se halla en cierta relacion con su olor; el ácido y el olor se encuentran siempre unidos. Por consiguiente queda demostrado que la presencia del ácido influye en la formacion del aroma de los vinos.

Esta influencia se observa muy bien en la fermentacion de los líquidos enteramente exentos de ácido tártrico, especialmente en aquellos que son casi neutros ó alcalinos, tales como el mosto de trigo y de patatas.

Los aguardientes de trigo y de patatas contienen una combinacion de la naturaleza de los aceites esenciales, á la que deben el sabor particular que les distingue; la cual se produce durante la fermentacion del mosto y existe enteramente formada en el líquido fermentado, como lo prueba el que pasa con los vapores alcohólicos con solo calentar la mezcla. Se ha notado que la cantidad de alcohol que se obtiene del mosto va en aumento á medida que este se vuelve mas neutro, asi como tambien añadiendo cenizas, carbonato de potasa etc.; pero el aguardiente que resulta en este caso contiene mayor cantidad de aceite esencial: el aguardiente que se fabrica con el jarabe de fécula preparado por medio del ácido sulfúrico, está entera-

mente exento de aceite esencial; este se produce segun vemos por efecto de una alteracion que esperimenta la fibrina de las patatas durante la fermentacion.

Por lo demas resulta de algunas esperiencias muy exactas que en la fabricacion del aguardiente de trigo puede evitarse la putrefaccion ó la fermentacion simultánea de esta fibrina (1).

El mismo mosto que en la destilacion del aguardiente dá un producto que contiene mucho aceite esencial, suministra en la fabricacion de la cerveza un líquido espirituoso que carece absolutamente de él. Esto depende de que en este último caso se añade al mosto de cerveza una sustancia aromática, cual es el *lúpulo*, y es muy probable que su presencia modifique la naturaleza de las metamórfosis que se efectúan, del mismo modo que el aceite esencial de mostaza, por ejemplo, asi como tambien los aceites empireumáticos, paralizan la fermentacion del azúcar, obrando sobre la levadura que se metamorfosea. Verdad es que el aceite asencial de lúpulo no paraliza la fermentacion del azúcar, pero modifica en sumo grado la influencia que ejercen las materias nitrogenadas en descomposicion sobre la acetificacion del alcohol. Dedúcese de esto que tenemos fundados motivos para creer que existen sustancias aromáticas que añadidas á las mezclas fermentescentes pueden alterar los productos y hacer variar los resultados.

Represéntese como quiera la formacion de las materias volátiles aromáticas en la fermentacion vinosa, no cabe duda que el aroma de los vinos se debe siempre á la presencia de un éter formado por un ácido orgánico, análogo á los ácidos grasos, el cual se produce en el mismo acto de la fermentacion. Unicamente los líquidos alcohólicos que contienen ademas de los ácidos muy solubles, ácidos grasos y por consiguiente el *ácido enántico*, son los que pueden combinarse con el óxido de etila, y comunicar el olor á estos líquidos; asi es que en

(1) En la fábrica de aguardiente de DUBRUNFAUT, se obtenia en ciertas circunstancias una cantidad tan enorme de aceite de patatas, que era suficiente para el alumbrado de la misma.

atmósfera de ácido carbónico que, envolviendo sus partículas leñosas, impide el libre acceso del oxígeno. El ácido sulfuroso y todas las materias antisépticas paralizan tambien la putrefaccion de la fibra leñosa. Del mismo modo, el sublimado corrosivo que se opone perfectamente á la corrupcion de todas las materias animales y vegetales, aun las mas alterables, es un medio muy eficaz para impedir el que se pudra la madera que existe en los almacenes, la cual se halla espuesta alternativamente á la influencia de la humedad y del aire.

En tanto que los cuerpos que acabamos de citar impiden la putrefaccion de las materias vegetales, hay otros que por el contrario la favorecen; tales son especialmente los álcalis y las tierras alcalinas. Estos cuerpos son capaces de promover la absorcion del oxígeno en las sustancias que por sí solas no le absorberian, tales como el alcohol, el ácido agálico, el tanino, las materias colorantes vegetales, etc. (véase mas adelante), y determinar por esta causa la descomposicion de estas sustancias. Los ácidos no producen el mismo efecto; son susceptibles de disminuir y aun de paralizar la putrefaccion, y en esto se parecen bastante al sublimado corrosivo.

En un terreno arcilloso muy firme, una de las condiciones necesarias para la putrefaccion de las materias vegetales que contiene, cual es la humedad, dura por mucho tiempo, ínterin que el aire se halla interceptado por la consistencia del terreno. Por el contrario, cuando el terreno es arenoso y húmedo, y todavia mejor si se halla formado á la vez de caliza y arena, la putrefaccion es mucho mas rápida á causa del contacto de las materias vegetales con la cal.

Naturaleza química de la putrefaccion seca. —Si consideramos el estado que presenta la madera podrida despues de mucho tiempo, y fijamos por un momento nuestra atencion en la especie de cambio que esperimenta, es decir, en la disminucion progresiva de su hidrógeno y en la separacion simultánea de su oxígeno, bajo la forma de ácido carbónico, es claro que sustrayendo de la fórmula de la madera $C_{36}\ H_{44}\ O_{22}$, 22 equivalentes de oxígeno y 11 de carbono, y representando los 22 átomos (11 equivalentes) de hidrógeno como si se hubiesen

combinado con el oxígeno del aire y separado en estado de agua, debe hallarse en último resultado que de 1 átomo de madera de roble quedan 25 átomos de carbono puro, lo que equivale á decir que de 100 partes de madera de roble, que contienen 52,5 de carbono, quedan 37 partes de carbono puro, el cual, como no tiene la facultad de oxidarse á la temperatura ordinaria, debe permanecer sin alteracion.

Cuando se pudre la madera en las condiciones ordinarias, no se llega á este resultado, en razon á que con el aumento de carbono que queda el resultado de la putrefaccion, se aumenta tambien por este medio, como en todas las descomposiciones de esta especie, la afinidad del carbono para el oxígeno que existe aun en combinacion, de suerte que llega un caso en que la afinidad del oxígeno para este hidrógeno y la del carbono para este último se equilibran recíprocamente. En efecto, sabemos que cuanto mas adelantada se halla la putrefaccion de la madera, menos apropósito es para quemarse con llama, es decir, para formar cuando se la espone al fuego carburos de hidrógeno gaseosos, lo que prueba evidentemente que el hidrógeno hallado por la análisis no existe ya bajo la misma forma que en la madera.

La madera de roble podrida contiene mayor cantidad de carbono que la que se encuentra en buen estado, pero el oxígeno y el hidrógeno existen en ambas en igual proporcion. A primera vista pudiera creerse que, en razon á este aumento de carbono, el roble podrido deberia dar una llama mas luminosa y carbonada; pero por el contrario, se quema como el carbon muy dividido, absolutamente como si no contuviese hidrógeno. En los usos económicos en que se aprecia el valor de la madera como combustible en proporcion de la llama que produce, la madera alterada ó podrida tiene por consiguiente menos estimacion que la que no lo está.

No podemos menos de admitir que el hidrógeno que existe en la madera podrida se halla bajo la forma de agua; solo asi es como puede darse una esplicacion de sus propiedades.

Si nos representamos en estado de putrefaccion un líquido que sea á la vez rico en carbono é hidrógeno, es claro que, del

De la asimilacion del carbono.

Los fisiólogos consideran como el principal alimento de las plantas cierta parte del mantillo á la que se ha dado el nombre de *humus* ó de *ulmina*, que segun ellos asimila la planta, y cuya presencia es una condicion esencial para la conservacion de la especie y propagacion de las razas.

Este humus es el producto de la putrefaccion y de la combustion lenta de los vegetales ó de sus partes.

Composicion química del humus. —En química se designa con el nombre de ulmina, una materia parda poco soluble en el agua, mas soluble en los álcalis, que se obtiene como producto de la descomposicion de las sustancias vegetales por la accion de los ácidos ó de los álcalis. Este cuerpo, á causa de la diversidad de caracteres esteriores y de sus reacciones químicas, ha recibido varias denominaciones, tales como las de *ácido úlmico*, *humina*, *sacchulmina*, *ácido sacchúlmico*, *geina y ácido geico*. Se obtiene tratando la turba, la fibra leñosa, el hollin, las lignitas etc. por los álcalis, ó descomponiendo el azúcar, la fécula ó la lactina etc. por los ácidos, y tambien esponiendo á la accion del aire las soluciones alcalinas de ácido agálico ó de tánino. A las modificaciones solubles en los álcalis se les dá de preferencia el nombre de *ácido úlmico* y á las insolubles el de *ulmina*. A juzgar por el nombre de estas sustancias, las consideraríamos como idénticas bajo el punto de vista de su composicion; pero se cometeria un error craso, porque por ejemplo, el azúcar, el ácido acético y la colofonia no se diferencian por su composicion en cien partes.

El ácido úlmico que se forma cuando se trata el serrin de madera por la potasa hidratata, contiene, segun PELIGOT, 72 por 100 de carbono, y segun SPRENGEL, el que se produce con la turba y las lignitas, 58; finalmente, el que se forma cuando se trata el azúcar por el ácido sulfúrico diluido, contiene, segun MALAGUTI, 57. Segun STEIN, el que se prepara con el azúcar ó el almidon por medio del ácido clorohídrico contiene 64. Todas estas análisis han sido repetidas y comprobadas cui-

dadosamente, y se ha confirmado la cantidad de carbono encontrada en ellas; de manera que las diferencias que se notan en los resultados no pueden atribuirse al mayor ó menor grado de perfeccion del procedimiento analítico puesto en práctica, ni aun á la destreza del operador.

MALAGUTI dice que el ácido úlmico contiene equivalentes iguales de hidrógeno y oxígeno y en la misma relacion que existen en el agua: SPRENGEL, que contiene menos hidrógeno, y PELIGOT, que para 14 equivalentes de hidrógeno solo hay 6 de oxígeno; ó lo que es lo mismo, 8 equivalentes mas de hidrógeno que los necesarios para la constitucion del agua.

Compréndese fácilmente que los químicos han confundido y dado el mismo nombre á todos los productos de la descomposicion de las materias orgánicas que tienen un color pardo ó pardo negruzco, y que los han denominado ulmina ó ácido úlmico segun que eran solubles ó insolubles en los álcalis. Pero no cabe duda que estos productos nada tienen de comun entre sí bajo el punto de vista de su constitucion y del modo con que se producen.

Opiniones de los fisiólogos acerca de la influencia del humus en la nutricion de las plantas.—Segun lo que antecede, no hay motivo para creer que alguno de estos productos se encuentre realmente en la naturaleza bajo la forma y con las propiedades que se atribuyen á las partes vegetales del mantillo; no hay ni aun visos de una prueba que nos manifieste que alguno de ellos sirva realmente de alimento á las plantas, ó ejerza la menor influencia en su desarrollo. Las propiedades de la ulmina y del ácido úlmico de los químicos han sido atribuidas por los fisiólogos, sin que se sepa por qué razon, á un cuerpo que existe en el mantillo, que lleva el nombre de humus; en estas propiedades han querido apoyar ideas enteramente erróneas acerca del papel que debe representar el humus en la vegetacion.

La opinion de que las plantas absorben el humus del mantillo por las raices y que este les cede el carbono para que les sirva de alimento, está tan generalizada y admitida, que se ha creido hasta supérfluo demostrar con hechos el modo como obra;

todos los vinos que contienen ácido libre, existe el *enantato de óxido de etila* (eter enántico), al paso que no se le halla en los que carecen de él.

El aceite del aguardiente de trigo se compone en su mayor parte de un ácido graso no eterificado que disuelve el óxido de cobre y en general los óxidos metálicos, y se combina con los álcalis; se aproxima por su composicion á el ácido enántico, pero se diferencia sin embargo por sus propiedades (MULDER). Se produce en los líquidos fermentescentes, que egerciendo una reaccion ácida solo contienen ácido acético, y este carece de influencia sobre la eterificacion de los demas ácidos.

El aceite del aguardiente de patatas constituye el hidrato de una base orgánica (*hidrato de óxido de amila*) análogo á el éter, y por lo tanto susceptible de formar combinaciones con los ácidos; se produce abundantemente en los líquidos fermentescentes neutros ó ligeramente alcalinos; hay circunstancias, en que hallándose aislado, no se combina con los ácidos.

Entre los productos de la fermentacion y de la putrefaccion de las materias animales y vegetales los hay que son volátiles, y que por lo general desprenden un olor desagradable. Un ejemplo curioso de la produccion de un verdadero aceite esencial nos le presenta la fermentacion de la *centáura menor*, yerba inodora que cuando se la espone á una temperatura algo elevada, en contacto con el agua, esperimenta una fermentacion que se manifiesta por un olor penetrante. Sometiendo el líquido á la destilacion se obtiene un aceite etéreo sumamente volátil que irrita los ojos y escita el lagrimeo (BUECHNER).

La mayor parte de las flores y de las sustancias vegetales aromáticas deben su olor á la presencia de cierto aceite esencial; sin embargo, hay materias que no tienen olor hasta que se encuentran en un estado de descomposicion. El arsénico y el ácido arsenioso son dos sustancias inodoras, y solo en el momento en que el primero pasa al estado de ácido arsenioso es cuando se nota el olor aliáceo tan característico. Del mismo modo, la esencia de sauco, muchas variedades de esencia de trementina, la de limon, etc., solo huelen en el acto en que se oxidan ó esperimentan una combustion lenta.

Esto es tambien lo que se nota con las flores de muchas plantas. GEIGER ha demostrado igualmente que el almizcle debe su olor á una putrefaccion y eremacausia progresivas que se efectuan en medio de su masa.

Tal vez á esto se deba tambien el que el principio aromático de ciertos zumos vegetales solo se forme y se desprenda mientras dura la fermentacion; por lo menos sabemos que basta añadir á estos zumos, durante esta época, una corta cantidad de flor de violeta, de sauco, de tilo ó de primavera, para que les comuniquen en alto grado su olor y sabor, cuyo resultado no se obtiene cuando se añade á los zumos una cantidad cien veces mayor del agua destilada de las mismas flores. En Baviera, que es donde con especialidad se fabrican varias clases de cerveza de un gusto particular, se hace fermentar en el mismo mosto una pequeña cantidad de las yerbas ó flores, cuyo gusto se quiere comunicar á la bebida; del mismo modo en los paises del Rhin se adulteran algunas veces los vinos, añadiendo ciertas variedades de salvia y de ruda con objeto de que resulten aromáticos; pero este aroma facticio se distingue fácilmente del natural, porque se altera con mas prontitud y desaparece poco á poco.

Las uvas de los diversos climas difieren entre sí, no solo por su riqueza en ácido libre, sino tambien por la diversa cantidad de azúcar que contienen en disolucion; respecto á las materias nitrogenadas se puede admitir que en todas ellas existe la misma proporcion. Al menos en las uvas del mediodia de Francia y de los paises del Rhin no se ha notado diferencia alguna en la cantidad de fermento que se separa del mosto.

Las uvas que maduran en los paises cálidos, asi como el arrope, contienen proporcionalmente mucho azúcar; por la fermentacion se descomponen completamente las materias nitrogenadas que existen en ellas, y se separan en estado insoluble; pero como que esta metamórfosis cesa antes de que todo el azúcar se haya trasformado en alcohol y ácido carbónico, en cuyo caso desaparece toda causa de alteracion ulterior, queda siempre en el vino cierta cantidad de azúcar no alterada.

Háse observado que en el mosto que se obtiene con las uvas

de la zona templada, la cantidad de azúcar es menor respecto á las materias nitrogenadas; asi es que estas no se separan totalmente en estado insoluble, en tanto que todo el azúcar se metarmofosea. Los vinos que se preparan con este mosto no contienen mas azúcar, pero se halla constantemente que existen en disolucion cantidades variables de glúten. Esta sustancia es la que hace que estos vinos se agríen espontáneamente en contacto del aire, en razon á que como absorbe el oxígeno, y se separa en estado insoluble, dirige su oxidacion sobre el alcohol, que se trasforma entonces en vinagre.

Cuando los vinos se defecan en cubas bien tapadas y á una temperatura tan baja como es posible, las materias nitrogenadas que contienen se oxidan sin que el alcohol tome parte en esta alteracion, porque exige para esto una temperatura mucho mas elevada. En tanto que se observa que hay precipitacion de hez, se puede hacer que fermente de nuevo, añadiendo azúcar; pero los vinos añejos bien defecados carecen de la propiedad de fermentar cuando se añade azúcar, y de agriarse espontáneamente, en razon á que no se hallan en las circunstancias necesarias para que se efectue la fermentacion y la combustion lenta, cual es la presencia de un cuerpo que se encuentre en estado de alteracion.

Si se trasiegan los vinos nuevos que abundan todavia en glúten, se consigue impedir el que se agríen, es decir, el que se quemen lentamente, lo que se efectua colocándolos en una atmósfera de ácido sulfuroso, el cual se apodera del oxígeno del aire contenido en las cubas, y preserva por este medio las sustancias orgánicas.

Fabricacion de la cerveza.—Conocemos diversas especies de cerveza, que segun los paises en que se las fabrica, presentan ciertas particularidades que merecen ser estudiadas.

Las cervezas de Inglaterra, de Francia y la mayor parte de las de Alemania se agrían poco á poco en contacto con el aire. Este defecto no se nota en la cerveza de Baviera; pues se la puede conservar, segun se quiera, en toneles llenos ó medio llenos sin que se altere. Debemos atribuir esta cualidad tan preciosa al procedimiento particular que se emplea para fer-

mentar el mosto, procedimiento que se denomina *fermentacion con depósito* (en aleman, *untergaehrung*), el cual ha resuelto uno de los problemas mas bellos de la teoría.

El mosto de cerveza contiene proporcionalmente mayor cantidad de glúten soluble que de azúcar: cuando se le fermenta por el método ordinario, se separa una porcion considerable de levadura bajo la forma de una espuma espesa, á la cual se adhieren las burbujas de ácido carbónico que se desprenden; la hacen específicamente mas ligera, y la elevan á la superficie del líquido. Este fenómeno se esplica con facilidad: en efecto, como en el interior del líquido y al lado de las partículas de azúcar que se descomponen se hallan partículas de glúten, que se oxidan al mismo tiempo y envuelven, por decirlo asi, las primeras, es natural que el ácido carbónico del azúcar y el fermento insoluble que procede del glúten se separen simultáneamente y se adhieran. Pero cuando se termina la metamórfosis del azúcar queda aun disuelto en el líquido fermentado una cantidad considerable de glúten, el cual, en virtud de la tendencia que tiene á apoderarse del oxígeno y á descomponerse, promueve tambien la trasformacion del alcohol en ácido acético; por consecuencia, si se consiguiese separarle completamente, asi como tambien todas las materias capaces de oxidarse, la cerveza perderia entonces la propiedad de agriarse. Esto es precisamente lo que sucede con el procedimiento que se sigue en Baviera.

En este pais se pone el mosto lupulado en fermentacion en vasijas destapadas que presenten bastante superficie, y se las coloca en un sitio cuya temperatura apenas escede de 8 á 10° C. La operacion dura de tres á cuatro semanas; el ácido carbónico que se produce no se desprende en grandes burbujas que saltan á la superficie del líquido, sino en vexículas muy pequeñas, parecidas á las que se desprenden de una agua mineral ó de un líquido que se halla saturado de ácido carbónico cuando se disminuye la presion. Por este medio la superficie del líquido se encuentra constantemente en contacto con el oxígeno del aire; apenas se cubre de espuma, y todo el fermento se deposita en el fondo de los vasos bajo la forma de un sedimento

muy viscoso que se denomina *hez* (en aleman *unterhefe*).

Para que podamos formar una idea exacta de la diferencia que existe entre los dos métodos de fermentacion, debemos recordar que la metamórfosis del glúten y de las materias nitrogenadas en general, se efectua sucesivamente en dos períodos principales: en el primero es cuando el glúten se trasforma en medio del líquido en fermento insoluble, y se separa del ácido carbónico que proviene del azúcar; separacion que es la consecüencia de la absorcion de oxígeno. Sin embargo, es casi imposible decidir si este oxígeno proviene del azúcar, del agua ó de la metamórfosis misma del glúten; es decir, si este oxígeno se combina directamente con este último cuerpo para formar un grado superior de oxidacion, ó si lo efectua con su hidrógeno para dar orígen á agua.

La oxidacion del glúten, cualquiera que ella sea, y la trasformacion del azúcar en ácido carbónico y en alcohol son dos acciones que tienen tal conexion que si se escluye la una cesan inmediatamente los efectos de la otra.

La *levadura superficial* (en aleman *oberhefe*) que cubre el líquido fermentescente, es el *glúten oxidado* en estado de *putrefaccion*; la *levadura de depósito* ó la *hez* es el glúten oxidado en estado de *eremacausia*.

La levadura superficial, en contacto con los líquidos que contienen azúcar y glúten, promueve la alteracion que ella misma esperimenta: estos dos últimos cuerpos sufren por esta causa una metamórfosis rápida y tumultuosa. Podemos formarnos una idea exacta del diferente estado de estas dos levaduras, comparando la una, la *levadura superficial*, con las materias vegetales que se pudren en el fondo de los pantanos, y la otra la *hez* (levadura de depósito) con el humus, es decir, con el leñoso en estado de eremacausia (de combustion lenta).

El estado particular en que se encuentran los elementos de la levadura de depósito obra sobre los del azúcar con suma lentitud; promueve su metamórfosis en alcohol y ácido carbónico, pero no la del glúten que existe disuelto.

Como el azúcar no tiene la menor tendencia á combinarse con el oxígeno á la temperatura ordinaria, entra en este caso

en fermentacion; pero esta fermentacion se efectua con suma lentitud á causa de la baja temperatura, ínterin que la afinidad que tiene el glúten disuelto para el oxígeno del aire se halla reforzada por el contacto de la hez.

Cuando la cerveza se halla en fermentacion se puede separar la levadura superficial sin que se interrumpa la accion; pero no podria hacerse lo mismo con la hez sin que cesasen todos los fenómenos de desoxidacion del segundo periodo: si en este caso interviniese una temperatura elevada, se manifestarian los fenómenos del primer periodo.

La hez carece de la propiedad de promover los fenómenos de la fermentacion tumultuosa, razon por la que es enteramente impropia para la panificacion, y solo puede usarse con este objeto la levadura superficial.

Si se añade al mosto de cerveza levadura superficial, operando á una temperatura de 8 á 10° C., se produce una fermentacion lenta y tranquila; mas en este caso se observa que la masa se hincha y se reune levadura en la superficie y en el fondo de las cubas. Si se separa el nuevo depósito para utilizarle en otras operaciones, adquiere poco á poco los caractéres de la hez, hasta el punto de no poder promover los fenómenos de la fermentacion del primer periodo, y de ocasionar por último, á 15° C., los fenómenos del segundo, ò lo que es lo mismo de la fermentacion con depósito (1).

Cuando fermenta á una temperatura baja un mosto de cerveza *con depósito*, la presencia de la hez es la primera condicion de la metamórfosis del azúcar; pero no se halla en estado de poder determinar la oxidacion del glúten disuelto en

---

(1) Como el método de fermentacion que se sigue en Baviera es muy poco conocido en el estrangero, por lo general ignoran la naturaleza y cualidad de la materia á que hemos dado el nombre de *hez* ó *levadura de depósito*. Esta sustancia, como ya hemos dicho, no es el *precipitado* que se forma en el fondo de las cubas en la fermentacion ordinaria de la cerveza, sino una materia enteramente diferente. Debemos tener un cuidado especial en proporcionárnosla en el estado conveniente. En un principio, los cerveceros de Hesse y de Prusia les era mucho mas ventajoso y seguro el traerla de Wurtzbourgo y de Bamberg, en Baviera, que el prepararla ellos mismos. Una vez ya establecida la primera fermentacion y bien regulada se obtiene en abundancia para todas las operaciones siguientes.

el mosto y su trasformacion en glúten insoluble: esto se verifica entonces á espensas del oxígeno del aire.

En la tendencia que tiene el glúten soluble á absorber el oxígeno, y en el libre acceso del aire, se hallan todas las condiciones necesarias para su eremacausia, es decir para su combustion lenta. Pero sabemos que para que el alcohol se acetifique se necesita tambien la presencia del glúten y del oxígeno; mas para que el mismo cuerpo esperimente esta combustion lenta es preciso ademas la influencia de cierto grado de calor si bien no muy elevado. Por esta razon, si se escluye la intervencion del calor, se impide la combustion del alcohol y entonces solo el glúten es el que se combina con el oxígeno de la atmósfera. Cuando el alcohol se halla espuesto á una temperatura baja carece de esta propiedad, y durante la oxidacion del glúten, el alcohol se halla á su lado en el mismo estado que el glúten á el del ácido sulfuroso en los vinos azufrados. El oxígeno que se combina á la vez con el glúten y el alcohol en los vinos no azufrados, no se une á uno ni á otro en los que han sido sometidos á esta operacion, pero se combina con el ácido sulfuroso y le trasforma en ácido sulfúrico.

Por consiguiente, la accion á que hemos dado el nombre de *fermentacion con depósito*, no es otra cosa que una metamórfosis simultánea de putrefaccion y de combustion lenta; el oxígeno y la hez se pudren, y el glúten soluble se oxida, no á espensas del oxígeno del agua ó del azúcar, sino á las de el del aire, y se separa en estado insoluble.

Método de Appert para la conservacion de los alimentos.— Este método está fundado en el mismo principio que el procedimiento de la fermentacion de la cerveza con depósito. En esta última operacion, el aire hace que se separen todas las materias putrescibles, á una temperatura baja á la cual no puede oxidarse el alcohol; eliminándolas por este medio se disminuye la tendencia que tiene la cerveza á agriarse, es decir á esperimentar una metamórfosis ulterior. Esto mismo es lo que sucede en el método de Appert; consiste en poner el oxígeno en contacto con las verduras ó los alimentos que se trata de conservar, á una temperatura elevada, por cuyo

medio esperimentan una combustion lenta, pero no se pudren ni fermentan. Como despues que se ha terminado esta combustion lenta no existe ya oxígeno, cesan todas las causas que pudieran producir una alteracion ulterior. En la fermentacion de la cerveza con depósito se separa la materia que *esperimenta* la combustion; por el contrario, en el método de Appert, la que la *produce.*

Consideraciones químicas respecto à la oxidacion del glúten.

Ya hemos manifestado que ignoramos si el glúten disuelto, al trasformarse en fermento insoluble por la accion del oxígeno, se combina directamente con este cuerpo; es decir, si el fermento se distingue tan solo del glúten soluble en que contiene mayor cantidad de oxígeno. En efecto esta es una cuestion muy difícil de resolver, y aun imposible por medio de la análisis.

Si consideramos, por ejemplo, el modo como se conducen la alóxana y la aloxantina, dos cuerpos que contienen los mismos elementos que el glúten, pero unidos en otras porciones, se nota que el uno se convierte en el otro por una simple absorcion de oxígeno; ó lo que es lo mismo, que se puede trasformar el segundo en el primero por medio de la reduccion. Ambos contienen los mismos elementos, salvo que en la aloxantina existe próximamente 1 equivalente de hidrógeno. Si sè trata esta por el cloro ó el ácido nítrico, se la convierte en alóxana; haciendo pasar una corriente de hidrógeno sulfurado por una solucion de alóxana, se precipita azufre y se forma aloxantina.

En el primer caso se puede admitir que el hidrógeno ha sido simplemente separado, y en el segundo, que ha sido añadido.

Sin embargo, podemos interpretar esto de un modo mas sencillo, si consideramos estos cuerpos como dos óxidos constituidos por un mismo radical, á saber: la alóxana como una combinacion de 2 equivalentes de agua con el cuerpo $C_8 N_4 H_4 O_8$, y la aloxantina como una combinacion de 3 equivalentes de agua

con el cuerpo $C_8 N_4 H_4 O_7$. En este caso la trasformacion de la alóxana en aloxantina se efectuaria de modo que los 8 átomos de oxígeno del primer óxido se reducirian á 7, y recíprocamente, la aloxantina se convertiria en alóxana combinándose con un átomo de oxígeno procedente del ácido nítrico.

Pero si bien existen óxidos que se combinan con el agua, y se conducen casi como la alóxana y la aloxantina, no se conoce ninguna combinacion hidrogenada que forme hidratos.

En las diversas variedades de *isatis* y de *nerium*, en el pastel, por ejemplo, se halla una materia nitrogenada que bajo muchos aspectos se asemeja al glúten; la cual se separa en estado de índigo azul cuando se espone á la accion del aire la infusion acuosa de las hojas desecadas de estas plantas. Ignoramos si el índigo azul insoluble es un óxido del índigo incoloro y soluble, ó si este último es mas bien la combinacion hidrogenada del índigo azul. Lo único que sabemos, segun las esperiencias de DUMAS, es que estos dos cuerpos contienen los mismos elementos, con la diferencia de que en el índigo soluble existe próximamente 1 equivalente de hidrógeno mas.

Segun esto podríamos considerar el glúten soluble como una combinacion hidrogenada, que puesta en contacto con el aire en circunstancias convenientes perderia cierta cantidad de hidrógeno y se trasformaria en fermento insoluble; por lo menos la hez que se deposita con el transcurso del tiempo en los vinos y las cervezas prueba evidentemente que el oxígeno es la primer causa de la formacion de los productos insolubles.

Cualquiera que sea la forma que tome despues el oxígeno, ya sea que se combine directamente con el gluten, ó que produzca agua con una parte de su hidrógeno, no cabe duda que los cuerpos que se forman en el seno del líquido, por efecto de la trasformacion del glúten en fermento insoluble líquido, deben estar constituidos del mismo modo

Si consideramos el glúten como un compuesto hidrogeno, es claro que en la fermentacion del mosto de vino y del de cerveza el oxígeno se apodera de su hidrógeno, y que la ac–

cion es la misma que la de la trasformacion del alcohol en aldehida.

Es evidente que si se impide el contacto con la atmósfera, este oxígeno no procede del aire ni del agua, porque es casi imposible admitir que el oxígeno se separe del hidrógeno del agua para reconstituir esta misma con el hidrógeno del glúten. Segun esto, es preciso que los elementos del azúcar suministren este oxígeno, es decir que, á consecuencia de la formacion del fermento, se descomponga parte del azúcar; mas esta descomposicion difiere de la que resulta de la metamórfosis inmediata del azúcar en ácido carbónico y alcohol, asi es que cierta porcion de azúcar no suministra estos últimos cuerpos y sí productos menos oxigenados.

Hemos indicado anteriormente la formacion de estos productos (Véase pag. LXj) y ellos son los que causan esta gran diferencia en la cualidad de los líquidos fermentados, especialmente en su riqueza en alcohol.

En la fermentacion ordinaria, los mostos de uva y de cerveza no dan la cantidad de alcohol que corresponde á la del azúcar que contienen, en razon á que parte de este azúcar sirve para la oxidacion del glúten y no se metamorfosea como el resto. Pero tan pronto como el líquido ha llegado al segundo periodo, la produccion de alcohol debe ser proporcional á la cantidad de azúcar que existe, que es lo que se observa en todas las fermentaciones que no van acompañadas de la formacion de levadura y sí de la desaparicion de esta. Está demostrado que en igualdad de pesos el mosto que fermenta por el procedimiento de Baviera suministra de 10 á 20 por ciento mas alcohol que el que lo efectua por el método ordinario.

Es un hecho, que en la fabricacion del aguardiente de patatas, en cuyo caso no se forma levadura, ó tan solo la cantidad que corresponde á la de la cebada germinada que se ha añadido al mosto, se puede producir una cantidad de alcohol y de ácido carbónico que corresponda exactamente á la de carbono de la fécula empleada. Pero por el contrario, en la fermentacion de las remolachas es casi imposible determinar de un modo riguroso, partiendo del vólumen de ácido carbónico

que se ha desprendido, la cantidad de carbono que contienen, porque resulta siempre menos ácido carbónico que el que suministra en estado de pureza el azúcar existente en el zumo.

Observaciones sobre la cualidad de las cervezas.

Operando con cantidades iguales de cebada germinada, la cerveza que se fabrica por medio del procedimiento *con déposito* contiene mas alcohol y es mas espirituosa que la que se obtiene por el método ordinario.

Se atribuye comunmente el buen sabor que tiene la cerveza preparada por el primer método, á la presencia de una cantidad mayor de ácido carbónico que deberia estar retenido con mas fuerza; pero esto es inexacto: no cabe duda que despues de la fermentacion las dos especies de cerveza se hallan igualmente saturadas de ácido carbónico, y que como sucede con todos los líquidos, retienen ademas del gas que se desprende en su seno, una cantidad que corresponde exactamente á su facultad disolvente, es decir, á su volúmen.

La temperatura á que se efectua la fermentacion ejerce una influencia muy marcada respecto á la cantidad de alcohol que se produce. Ya hemos manifestado que cuando se deja fermentar el zumo de remolachas á una temperatura de 30 á 35° no se produce alcohol, y que en vez de azúcar se halla una sustancia menos oxigenada, que es la manita y ademas ácido láctico procedente del mucilago. A medida que disminuye la temperatura, la fermentacion de la manita va siendo menor: no obstante, respecto á los zumos vegetales nitrogenados, es muy dificil poder fijar las condiciones bajo las cuales se efectua solo la metamórfosis del azúcar sin que vaya acompañada de otra descomposicion que modifique los productos.

La fermentacion de la cerveza *con déposito* demuestra que por la accion simultánea del oxígeno del aire y de una temperatura baja, la metamórfosis del azúcar es completa, porque los vasos en que se ejecuta la operacion están dispuestos de tal modo que el oxígeno del aire encuentra una gran superficie para que todo el glúten se trasforme en fermento insoluble, y

presente de este modo al azúcar una materia que se halla constantemente en descomposicion.

El glúten que existe disuelto se oxida, pero para que el alcohol que se produce se combine con el oxígeno se necesita una temperatura mas elevada; en esto consiste el que este último no esperimente la eremacausia, es decir la acetificacion.

Cuando el mosto de uva y el de cerveza principian á fermentar, es naturalmente mayor la cantidad de materia que se metamorfosea. Todos los fenómenos que acompañan á esta operacion, el desprendimiento de gas y el aumento de temperatura, son mas activos en este periodo, y á medida que progresa la descomposicion, los indicios esteriores son menos sensibles, mas con todo no llegan á desaparecer hasta tanto que se termina la metamórfosis.

La descomposicion lenta y continua que sucede al desprendimiento rápido y violento del gas, se conoce con el nombre de *fermentacion complementaria* (en aleman *nachgaehrung*); en el vino y la cerveza dura hasta que desaparèce completamente el azúcar, de suerte que el peso específico de los líquidos continúa disminuyendo por espacio de algunos meses. En la mayor parte de los casos esta fermentacion complementaria es una verdadera fermentacion con depósito; en efecto, la descomposicion progresiva de la hez hace que el azúcar que existe todavia disuelto, termine por metamorfosearse; sin embargo, si se impide el acceso del aire, las materias nitrogenadas no se separan completamente en estado insoluble.

En algunos estados de la Confederacion germánica se ha reconocido perfectamente la influencia favorable que ejerce sobre la cualidad de las cervezas el uso de un procedimiento racional para fermentar el mosto. Por esto en el gran ducado de Hesse, se han propuesto grandes premios á los que consigan fabricar la cerveza por el procedimiento que se sigue en Baviera. Estos premios se adjudican á los cerveceros que prueban que su producto se ha conservado en los toneles sin agriarse por espacio de medio año. Cuando se hicieron los primeros ensayos se deterioraron miles de toneles, hasta que por último la

esperiencia condujo al descubrimiento de las verdaderas condiciones, tales como las habia previsto la teoría.

Ni la riqueza en alcohol, ni el lúpulo, ni estas dos causas reunidas impiden el que la cerveza se agrie. En Inglaterra se consigue preservar de la acidificacion, sacrificando intereses de un capital inmenso, las cervezas llamadas *ale* y *porter*; para esto las conservan por espacio de algunos años en cubas enormes bien tapadas y llenas, que están cubiertas de arena en su parte superior. Este procedimiento es idéntico á el tratamiento que se hace esperimentar á los vinos para que se *defequen*. En este caso se establece una ligera corriente de aire al través de los poros de la madera; pero las materias nitrogenadas que contiene el líquido se hallan en una cantidad tan grande respecto á la del oxígeno existente, que este último no puede ejercer su accion sobre el alcohol. No obstante esta cerveza no se conserva mas de dos meses cuando se la coloca en toneles mas pequeños, en los que el aire tiene acceso.

Todo el secreto de los fabricantes de cerveza de Baviera se reduce á hacer de modo que la fermentacion del mosto de cerveza se efectúe á una temperatura baja, que impide la acetificacion del alcohol, y que todas las materias nitrogenadas se separen perfectamente por intermedio del oxígeno del aire y no á espensas de los elementos del azúcar. En los meses de marzo y octubre es cuando únicamente se fabrica la cerveza en este pais.

DE LA PUTREFACCION SECA DE LOS VEGETALES.

Atendiendo á los principios que dejamos espuestos respecto á los fenómenos de la eremacausia (véase pág. XLV), es fácil esplicar las alteraciones que esperimentan los vegetales cuando se pudren, y deducir la influencia que ejercen estas alteraciones, bajo todos respectos, sobre el crecimiento de las plantas.

En efecto, en la descomposicion del leñoso podemos observar tres acciones diferentes. La primera se presenta cuando dicho cuerpo está húmedo y se halla en contacto con el aire libre;

la segunda se establece cuando se encuentra al abrigo del aire; y finalmente se nos manifiesta la tercera cuando está debajo del agua y encuentra materias orgánicas en putrefaccion.

Formacion de la ulmina ó humus.—Sabemos que el leñoso se conserva al aire seco ó debajo del agua por espacio de siglos enteros sin que se altere sensiblemente, mas cuando está húmedo es imposible ponerle en contacto con la atmósfera sin que se deteriore inmediatamente, en cuyo caso, como ya hemos dicho, trasforma el óxigeno ambiente, sin cambiar el volúmen de este, en ácido carbónico y se convierte poco á poco en una materia muy poco coherente, de color pardo, negro ó pardo-amarillento, que se conoce con el nombre de *humus* ó *ulmina*.

Segun las esperiencias de TH. DE SAUSSURE, 240 p. de virutas de roble seco han trasformado 10 pulgadas cúbicas de oxígeno en un volúmen igual de ácido carbónico, en el que existian 3 p. de carbono, pero como las virutas han perdido de peso 15 p., se deduce que además de los elementos de la madera se han separado 12 p. de agua.

Por consiguiente, los productos de la *putrefaccion seca* de la madera (en aleman *verwesung*) son el ácido carbónico, el agua y el humus.

Hemos admitido en esta descomposicion que el agua que resulta procede de la union del hidrógeno de la madera con el oxígeno de la atmósfera, y que durante esta oxidacion el carbono y el oxígeno de la madera se separan de los demas elementos, bajo la forma de ácido carbónico. Tambien dejamos dicho que el leñoso puro contiene carbono y los elementos del agua; sin embargo la ulmina no es el resultado de la putrefaccion del leñoso aislado, sino que proviene de la que esperimenta la madera, la cual ademas del leñoso contiene tambien algunas sustancias orgánicas estrañas, solubles ó insolubles. Estas son las que modifican la proporcion relativa de los elementos de las diferentes especies de madera, pero el leñoso unido á ellas es de la misma naturaleza en todos los vegetales. Por esto, la proporcion en que se hallan los elementos en la madera de roble difiere de la en que existen en la de haya, pero el leñoso que con-

tienen ambas es idéntico y se diferencia por su composicion de las sustancias accesorias.

Estas diferencias son demasiado importantes para que dejemos de tomarlas en cuenta en las cuestiones de que nos vamos á ocupar, tanto mas cuanto que la cantidad de estas materias estrañas varía segun la estacion.

Segun las análisis de GAY-LUSSAC y THÉNARD hechas con el mayor cuidado, la madera de roble desecada á 100° y privada de todas las materias solubles en el agua y en el alcohol, contiene 52,53 de carbono y 47,47 de hidrógeno y oxígeno en la proporcion en que existen en el agua.

Pero hemos visto anteriormente que la madera húmeda se conduce en el gas oxígeno del mismo modo que si su carbono se combinase directamente con este oxígeno y resultase gas ácido carbónico y ulmina (véase pág. XLviij). Si el oxígeno ejerciese realmente su accion tan solo sobre el carbono de la madera, de modo que esta no perdiese sino el carbono, deberia necesariamente hallarse en la ulmina los elementos de la madera, menos esta cantidad de carbono, y tendríamos entonces en último resultado la total desaparicion de este cuerpo y un residuo de los elementos del agua.

Sin embargo, si continuamos examinando las diferentes fases que presenta la putrefaccion de la madera, nos sorprenderá el hallar que en vez de disminuir el carbono de la materia sólida que queda por resíduo, aumenta por el contrario gradualmente, lo que prueba que la trasformacion de la madera en ulmina no solo es la consecuencia del desprendimiento de ácido carbónico, sino tambien la de la separacion simultánea de los elementos del agua.

Efectivamente, el análisis ha demostrado que la madera de roble podrida (1) contiene en 100 partes, 53,56 de carbono, 46,44 de hidrógeno y oxígeno en las proporciones convenientes para formar agua (2).

(1) Procedia del interior de un tronco hueco; tenia un color pardo de chocolate; era bastante friable, y se conocia aun perfectamente la testura de la madera.

(2) 0,522 gramos (10,456 granos) de esta sustancia han dado 0,247 gramos (4,947 gr.) de agua y 1,0075 gramos (20,181 gr.) de ácido carbónico. 100 partes han dejado 1,45 p. de cenizas.

Otro pedazo tenia la composicion siguiente (1): 56,211 de carbono y 43,789 de agua.

Los hechos que quedan espuestos prueban de un modo irrecusable la identidad que existe entre la putrefaccion seca de la madera y la combustion lenta de las demas sustancias hidrogenadas. Esta combustion sería en verdad muy singular si el carbono de la madera se combinase directamente con el oxígeno y el cuerpo en combinacion, en vez de ir perdiendo carbono, lo adquiriese sucesivamente. No hay la menor duda que el hidrógeno es el cuerpo que se oxida á espensas del aire; el ácido carbónico proviene de los elementos de la madera. Por lo demas, el carbono nunca se combina directamente con el oxígeno á la temperatura ordinaria para formar ácido carbónico.

Sea cualquiera la época en que se tome la madera podrida con objeto de analizarla, es evidente que los elementos que contiene pueden espresarse siempre por medio de equivalentes. Las fórmulas que siguen demuestran esto mismo:

Madera de roble segun GAY-LUSSAC y THÉNARD.	$C_{36} H_{44} O_{22}$ (2).
Idem podrida, segun MEYER.	$C_{35} H_{40} O_{20}$ (3).
Idem podrida, segun WILL.	$C_{34} H_{36} O_{18}$ (4).

Echase fácilmente de ver que para dos equivalentes de hidrógeno que se han oxidado se han separado cada vez de los demas elementos 2 átomos de oxígeno y 1 de carbono.

Sustancias que impiden ó favorecen la putrefaccion seca.— Ademas de las condiciones ordinarias, la fibra de la madera exige mucho tiempo para podrirse completamente; se acelera su descomposicion por medio de una temperatura elevada y el libre acceso del aire, y por el contrario, se disminuye ó paraliza por la ausencia de la humedad y por el contacto de una

(1) Este pedazo provenia de otro roble; tenia un color pardo claro, y era muy friable.
(2) El cálculo ha dado 52,5 de carbono y 47,5 de agua.
(3) Deducido por el cálculo 54 de carbono y 46 de agua.
(4) Obtenido segun el cálculo 56 de carbono y 44 de agua.

por otra parte, los que se hallasen dispuestos á dudar de la validez de esta hipótesis han considerado como una prueba manifiesta en favor de ella, la diferencia que se nota en la lozanía de las mismas plantas que se cultivan en terrenos, que se sabe se diferencian en la cantidad que contienen de humus.

Si se somete esta opinion á un exámen rigoroso, se echa de ver que el ácido úlmico, bajo la forma que existe en el terreno, no contribuye en nada á la nutricion de las plantas.

El apego á estas ideas erróneas ha impedido á los sábios, y no podia suceder otra cosa, el que profundicen los fenómenos de la nutricion de las plantas y el que apliquen á los trabajos de economía rural las nociones teóricas que pudieran servirles de guia segura é infalible. Sin conocer á fondo las sustancias nutritivas de las plantas y su procedencia, es casi inútil pensar en perfeccionar la agricultura, la mas importante de todas las industrias; y si hasta ahora no se ha hecho nada de positivo bajo este respecto, es ciertamente porque la fisiológia no ha caminado á la par con la química moderna, y porque esta con sus progresos inmensos la ha dejado muy atras.

Refutacion de la opinion de los fisiólogos. —Supongamos ahora por un momento que el humus de los fisiólogos tuviese realmente las propiedades que los químicos han notado en el sedimento negro que se forma en una decoccion alcalina de mantillo ó de turba cuando se la precipita por un ácido, al que se ha dado el nombre de ácido úlmico.

Este ácido, recien precipitado, se presenta en forma de copos, y una parte de él exige para disolverse 2500 de agua. Se combina con los álcalis, la cal y la magnesia, y forma con estas bases compuestos que se asemejan respecto á su solubilidad (SPRENGEL).

Los fisiólogos están conformes en que el humus adquiere por el intermedio del agua la facultad de ser absorbido por las raices; pero los químicos han observado que el ácido úlmico no se disuelve en el agua, sino cuando no ha sido sometido á la desecacion, pues despues de haberla esperimentado en contacto con el aire, pierde completamente su solubilidad. Se vuelve tambien insoluble cuando se congela el agua contenida en él (SPRENGEL).

Asi es que, tanto los calores del estio como los frios del invierno, privan necesariamente á el ácido úlmico de su solubilidad y por consecuencia le hacen impropio para la asimilacion; el ácido úlmico segun esto no puede ser absorbido por las plantas. Es facil convencerse de la exactitud de esta asercion, tratando el mantillo por el agua fria, que no estrae ni aun $^{1}/_{100,000}$ de materias orgánicas solubles; la disolucion es incolora y solo contiene las sales procedentes de las aguas de lluvia.

BERZELIUS ha notado igualmente que la madera de roble podrida que cede á los alcalis una gran parte de ácido úlmico, solo presta á el agua fria algunos indicios de materias solubles; he repetido el mismo ensayo con la madera de haya y de pinabete podridas y he obtenido resultados análogos.

El estado de insolubilidad del ácido úlmico y por consecuencia su ineptitud para la asimilacion de las plantas, no ha quedado desapercibido por los fisiólogos; asi es que han admitido por esta razon, que la cal y en general los alcalis que se encuentran en las plantas eran los cuerpos que determinaban su solubilidad, y por igual causa su asimilacion. Es cierto que en los diversos terrenos, los álcalis y las tierras alcalinas se hallan en cantidad suficiente para formar combinaciones de esta especie.

Aceptemos por un momento esta opinion y admitamos que la planta absorbe el ácido úlmico en estado de un ulmato el mas rico en elemento electronegativo, el ulmato de cal por egemplo; calculemos segun la cantidad de las bases contenidas en la ceniza vegetal, la de ácido úlmico que pudiera haber sido absorbida por la planta y finalmente supongamos que la potasa, la sosa y los óxidos de hierro y de manganeso tengan para el ácido úlmico la misma capacidad de saturacion que la cal.

Pero segun las esperiencias de BERTHIER, 500 kil. (1086,735 libras) de madera de pinabete seca han producido 2 kil. (4,346 libras) de cenizas puras no carbonosas; 50 kil. (108,673 libras) de esta ceniza contienen, deduciendo el cloruro de potasio y el sulfato de potasa, 26,5 kil. (57,596 libras) de óxidos básicos

tales como potasa, sosa, cal, magnesia, óxido de hierro y de manganeso.

Ademas 2500 metros cuadrados (2990,767 varas cuadradas); de bosque dán anualmente por término medio 1325 kilógramos (2879,848 libras) de madera de pinabete (1), que á lo mas contienen 2,8 kil. (6,68 libras) de óxidos metálicos básicos.

En fin, segun las observaciones de MALAGUTI y de SPRENGEL 0,5 kil. (1,088 libras) de cal se combinan con 5,45 kil. (11,845 libras) de ácido úlmico; segun esto los óxidos saificables hubieran podido suministrar á los árboles 30,5 kil. (66,290 libras) de ácido úlmico, los cuales si admitimos que el ácido contiene 58 por ciento de carbono corresponden á 45,5 kil. (98,893 libras) de madera seca. Mas este número difiere enormemente de la cantidad de madera que la tierra ha producido, á saber de 1,325 kil. (2879,848 libras).

Citaremos todavia otro hecho. Si se calcula la cantidad de ácido úlmico que los óxidos metálicos hubieran suministrado á la planta, por la composicion de las cenizas de la paja de trigo, hallaremos, tomando en cuenta los cloruros y sulfatos existentes en ellas, que para 2,500 metros cuadrados (2990,96 varas cuadradas) ha sido de 28,75 kil. (60,76 libras), que corresponden á 42,5 kil (92,372 libras) de leñoso. Pero la misma superficie produce ademas de las raices y semillas que no se comprenden, 890 kil. (1934,38 libras) de paja que tiene la composicion del leñoso. Ademas, la opinion de que los óxidos metálicos contenidos en la ceniza del trigo pueden haber contribuido en algo á la asimilacion del ácido úlmico, queda destruida por sí misma cuando se considera que esta ceniza no contiene carbonatos alcalinos procedentes de las sales orgánicas, y que por el contrario se encuentran silicatos alcalinos. Segun esto, ¿pudiéra haberse introducido la sílice en la planta si la potasa hubiese sido el disolvente del ácido úlmico?

En los cálculos que quedan indicados, se ha supuesto que los óxidos metálicos que deben haber trasmitido el ácido úl-

---

(1) Segun lo ha indicado HEYÉR profesor de montes y plantios en Giessen.

mico á la savia no vuelven á el suelo, y sí que quedan retenidos en las partes nuevamente formadas por el crecimiento de los vegetales.

Calcularemos ahora la cantidad de ácido úlmico de que la planta podria apoderarse en la circunstancias mas favorables por el intermedio del agua. En Erfurt, uno de los paises mas fértiles de Alemania, caen segun SCHUEBLER, sobre una superficie de un pie cuadrado, 17½ libras de lluvia (1) durante los meses de abril, mayo, junio y julio. Por consiguiente, 2,500 metros cuadrados (2990,767 varas) reciben 350,000 kilógramos (760714,50 libras) de agua de lluvia.

Admitamos que toda esta cantidad de agua sea absorbida por las raices de una planta anual que se desarrolla y fructifica en el espacio de cuatro meses, de manera que despues de haber sido conducida esta agua á las diversas partes de la planta se evapore en la totalidad al través de las hojas. Supongamos por otra parte, que las aguas de lluvia no penetran en las raices hasta despues de saturarse de úlmato de cal, que es la sal en que existe mas ácido úlmico. Pero siendo las circunstancias las mas favorables no podrá ser absorbido por las plantas sobre una superficie de 2,500 metros cuadrados, mas de 150 kilógramos (326,020 libras) de ácido úlmico, porque una parte de úlmato de cal exige para disolverse 2,500 de agua: segun este dato 350,000 kilógramos de agua de lluvia podrán disolver 150 kilógramos.

Se sabe ademas que en un terreno de una superficie dada crecen 1,290 kil. (2803,776 libras) de trigo (es decir paja y semilla, pero sin incluir las raices), ó bien 10,000 kilógramos (21734,700 libras) de remolachas (sin incluir las hojas ni las raices). Es fácil de comprender que los 150 kilógramos de ácido úlmico son insuficientes para producir el carbono contenido en las hojas y las raices. Ademas, es palpable que solo una parte del agua de lluvia que cae sobre la superficie de

(1) 2 libras de Hesse equivalen á 2,17 libras españolas y 40,000 pies cuadrados del mismo pais á media fanega de tierra de España.

la tierra penetra en las plantas y es espelida por medio de la evaporacion, de suerte que comparando la cantidad real de carbono contenida en la planta con la que pudiera suponerse que ha sido trasmitida por el ácido úlmico, se obtiene un resultado tan pequeño respecto á este último que se debe considerar como nulo.

Hay otras consideraciones de un órden mas elevado que rechazan la teoria de la influencia del ácido úlmico en la vegetacion, de un modo tan decisivo, que con dificultad se comprende cómo ha podido emitirse semejante opinion.

Las diversas plantas que se cultivan en los campos y que se recolectan, como madera, heno, trigo, etc., ofrecen diferencias enormes en cuanto á su masa, pero no respecto á la cantidad de carbono contenida en ellas, como lo vamos á ver.

En un terreno de mediana calidad de la estension de 2,500 metros cuadrados, crecen 1,325 kilógramos (2879,848 libras) de roble, de abedúl, de pino etc. desecados al aire.

Una pradera de la misma estension, produce próximamente 1,250 kilógramos (2716,837 libras) de heno.

Un terreno de igual estension produce de 9,000 á 10,000 kilógramos (de 19561,230 á 21734,700 libras) de remolachas. El mismo dá 400 kil. (869,388 libras) de centeno, y 890 (1934,388 libras) de paja, cuyo total es 1290 kilógramos.

100 partes de madera de pinabete, desecada al aire, contienen 38 de carbono; por consiguiente en los 1,325 kilógramos de madera que hemos indicado, existen 503,4 kil. (1094,125 libras) de carbono.

100 partes de heno desecado al aire (1), contienen 44,31 partes de carbono; en los 1,250 kilógramos de que hemos hecho mencion deben existir segun este dato 504 kil. (1095,429 libras) de carbono.

Las remolachas contienen de 89 á 89,5 de agua y de 10,5

---

(1) 100 partes de heno desecado á 100° y quemado como anteriormente, han dado 51,93 de agua, 165,8 de ácido carbónico y 6,82 de cenizas; lo que corresponde à 45,87 de carbono, 5,76 de hidrógeno, 31,55 de oxígeno y 6,82 de cenizas. El heno desecado al aire contiene ademas 11,2 por ciento de agua. (WILL).

á 11 de materias sólidas formadas de 8 á 9 partes de azúcar y de 2 á $2\frac{1}{2}$ de tegido celular. El azúcar contiene 42,4 por 100 de carbono, y el tegido celular 47. Segun esto, 10,000 kilógramos de remolachas, (admitiendo que el azúcar sea un 9 por ciento y un 2 el tegido celular), contienen 378 kilógramos (821,572 libras) de carbono, que hacen parte del azúcar y 90 kilógramos (195,612 libras) que pertenecen al tegido celular, cuyo total, sin comprender el carbono de las hojas, es de 468 kil. (1017,184 libras).

50 kilógramos (108,673 libras) de paja (1) desecada al aire contienen 38 por ciento de carbono, por cuya razon 890 kilógramos (1934,388 libras) deben tener 378 kilógramos. En 100 partes de trigo hay 43 de carbono; por consiguiente en 400 kilógramos (869,388 libras) existirán 172 kilógramos (373,836 libras); sumadas ambas cantidades componen un total de 510 kilógramos (1108,499 libras) de carbono.

En resumen:

2500 metros cuadrados de bosque	producen	503,5	kilómetros de carbono
—— de prado	—	504	—
—— de tierra plantada de remolachas (sin comprender las hojas).	—	468	—
—— de tierra sembrada de cereales.	—	510	—

Segun estos hechos irrecusables es preciso concluir *que una superficie igual de tierra á propósito para el cultivo, produce una cantidad igual de carbono*; sin embargo que diferencias tan enormes se presentan en las condiciones para el crecimiento de las plantas que se someten al cultivo!

Una cuestion se presenta en este caso. ¿De dónde recibe el carbono la yerba de los prados y la madera de los bosques, siendo asi que no le toman de los abonos que pudieran servir-

---

(1) 100 partes de paja desecada á 100° y quemada con óxido de cobre en una corriente de oxígeno han dado 46,37 de carbono, 6,68 de hidrógeno, 43,93 de oxígeno y 4,02 de cenizas. La paja desecada al aire pierde á la temperatura de la ebulicion 18 por ciento de agua (WILL). Todas las análisis citadas en esta obra han sido hechas en el laboratorio de Giessen.

les de alimento? ¿Cuál es la causa de que estos terrenos en vez de disminuir en carbono resulten cada año mas ricos en esta sustancia?

Se separa anualmente de los bosques y de los prados cierta cantidad de carbono constituyendo madera ó heno, y á pesar de esto el suelo abunda cada vez mas en carbono y en ulmina.

Dícese ordinariamente que en las tierras en que se han cultivado cereales, se reemplaza por los abonos el carbono que se ha separado bajo la forma de yerba, paja ó semilla, y sin embargo estas tierras no producen una cantidad de carbono mayor que las praderas y los bosques en los cuales no se le reemplaza nunca. A la verdad, sería razonable admitir que las leyes de la nutricion de los vegetales pudiesen cambiar por el cultivo, y que para el trigo y los forrajes existan otras fuentes de carbono que para la yerba y los árboles que crecen en los prados y en los bosques?

Es cierto que no habrá una sola persona que ponga en duda la influencia que ejercen los abonos en el desarrollo de las plantas que se someten al cultivo; pero tambien es positivo *que los abonos no contribuyen á la produccion del carbono de las plantas*, y que no ejercen ninguna accion directa, porque como lo acabamos de demostrar por los hechos, la cantidad de carbono que se obtiene en los terrenos abonados no escede á la que se produce en los que carecen de abono. Por otra parte la cuestion de saber cómo obran los abonos, nada tiene de comun con el problema del origen del carbono que se encuentra en los vegetales.

Puesto que el carbono no proviene del suelo, debe tener precisamente un orígen y este no puede ser otro que la atmósfera.

Del verdadero origen del carbono de las plantas.—Cuando se ha querido resolver el problema del origen del carbono en los vegetales, no se ha tenido presente que esta cuestion abraza tambien la del humus.

El humus, segun lo que sabemos hasta el dia, es un producto de la putrefaccion y de la combustion lenta de las plantas ó de las partes de estas. Por consiguiente no puede existir humus

procedente de un terreno primitivo; pero antes del húmus ha habido plantas. ¿De dónde han tomado estas plantas el carbono? ¿y si existe en la atmósfera, en qué estado se halla en ella? Hé aqui lo que importa ahora dilucidar.

Estas cuestiones comprenden dos de los fenómenos mas maravillosos de la naturaleza, causas esenciales y efectivas de la vida y de la conservacion de las plantas y de los animales, cuya accion combinada y no interrumpida se perpetua de un modo admirable y persistirá hasta el fin del mundo.

Invariabilidad de la cantidad de oxígeno en la atmósfera.— De estas cuestiones la una se refiere á la cantidad constante de oxígeno que se halla en la atmósfera: efectivamente, en todas las estaciones y en todos los climas se han encontrado 21 volúmenes por ciento de oxígeno, con diferencias tan poco sensibles, que es preciso atribuirlas á errores de observacion. Segun esto, por considerable que parezca la cantidad de oxígeno que existe en la atmósfera se halla limitada á una proporcion invariable.

Es preciso tener presente que cada hombre en el espacio de 24 horas inutiliza por efecto de la respiracion 453 pies cúbicos (1) de aire atmosférico; que diez quintales de carbono consumen al quemarse 58,112 pies cúbicos de oxígeno; que una sola forja priva al aire de cientos de millones de pies cúbicos de oxígeno, y finalmente que en una ciudad pequeña, tal como Giessen, se le separan solamente por la combustion de la leña para las necesidades ordinarias, mas de 100 millones de pies cúbicos. Si no existiese una causa para reemplazar el oxígeno que se ha consumido de este modo en un espacio de tiempo, que apenas se ha osado calcular, (2) seria inconcebi-

---

(1) 1,000 pulgadas cúbicas de Hesse son iguales á un pie cúbico, y 64 piés cúbicos=1 metro cúbico=3,588 pies cúbicos de Castilla.

(2) El máximum de ácido carbónico contenido en el aire es

$$\frac{66}{1000,000} \text{ y } \frac{1000,000}{21,000} \text{ el del oxígeno.}$$

Un hombre consume en un año 16,425 pies cúbicos de oxígeno (en un dia 45,000 pulgadas cúbicas, segun LAVOISIER, SEGUIN Y DAVY); mil millones de hombres consumen por consecuencia en un año 16 billones 425 mil millones de piés cúbicos (1 pie cúbico=1,000 pulgadas cúbicas), es decir, un milesimo de la cantidad con-

ble á la verdad cómo no ha disminuido el oxígeno en la atmósfera, y cómo en los lacrimatorios de Pompeya, sepultados por las cenizas del Vesuvio há unos 1800 años, el aire que quedó en ellos no contuviese mas oxígeno que el que respiramos al presente. ¿Cuál es la causa de que la cantidad de oxígeno no varía jamás?

Esta cuestion está intímamente unida á la de saber, qué se hace del ácido carbónico que se produce por la respiracion de los animales y por la combustion de las materias carbonosas. Pero el oxígeno, constituyendo el ácido carbónico, no cambia de volumen; los millares de millones de pies cúbicos de oxígeno contenidos en la atmósfera formarán otros tantos pies cúbicos de ácido carbónico que quedan esparcidos en ella.

Acido carbónico contenido en la atmósfera.—TH. DE SAUSSURE ha encontrado por medio de esperiencias muy exactas, que el aire atmosférico contiene 0,000415 volúmenes por ciento de ácido carbónico (término medio de tres años de observacion en todas las estaciones). Tomando en cuenta los errores de observacion que necesariamente han debido disminuir este resultado, se puede admitir que el aire contiene $1/_{1000}$ de su peso de ácido carbónico. Esta cantidad varía segun las estaciones, pero queda constante en cada año.

Ningun hecho nos autoriza para creer que esta cantidad haya sido diferente hace ciento ó mil años. Si las cantidades enormes de ácido carbónico que se esparcen anualmente en la atmósfera no desapareciesen por un efecto cualquiera, la proporcion de él debiera aumentar sucesivamente; por el contrario en todas las observaciones anteriores, el volumen del ácido carbónico contenido en el aire se halla indicado como doble y aun diez veces mayor que el recientemente hallado; de todo lo cual pudiera inferirse que la cantidad de ácido carbónico ha disminuido despues.

---

tenida en el aire en estado de àcido carbónico. En 100 años la proporcion de ácido carbónico deberia duplicarse y al cabo de 503 mil años, todo el oxígeno del aire se hallaria consumido solo por el hombre y convertido en ácido carbónico. En este cálculo no se ha tomado en consideracion el oxígeno que consumen los animales en la respiracion y el que desaparece en la combustion.

Concíbese facilmente, que las cantidades de ácido carbónico y de oxígeno que por espacio de tantos siglos han permanecido constantes, deben tener cierta relacion entre sí; es decir, que deben existir dos causas, de las cuales la una impide la acumulacion del ácido carbónico, alejando constantemente el que se produce, y la otra que pone continuamente en libertad la cantidad de oxígeno que pierde el aire en la combustion, putrefaccion y respiracion. Mas estas dos causas se hallan reunidas en una sola en el *acto vital de las plantas.*

En las páginas anteriores se ha demostrado que el carbono de los vegetales proviene esclusivamente de la atmósfera. Sabiendo que el carbono existe en la atmósfera en estado de ácido carbónico, es decir, bajo la forma de una combinacion oxigenada, veamos qué se hace del oxígeno de esta combinacion cuando se separa el carbono.

Los principios que constituyen la masa esencial de los vegetales se componen, como ya queda dicho, de carbono, mas los elementos del agua; *estos principios reunidos contienen menos oxígeno que el ácido carbónico.* Es evidente que las plantas para poderse apropiar el carbono del ácido carbónico deben poseer la facultad de descomponer el ácido carbónico, de tal modo que el oxígeno quede en libertad y le devuelvan á la atmósfera, en tanto que el carbono se une á los elementos del agua. Para cada volumen de ácido carbónico, cuyo carbono asimila el vegetal, es preciso que la atmósfera reciba un volumen igual de oxígeno.

Descomposicion del ácido carbónico y emision del oxígeno por las plantas.

Esta propiedad notable de las plantas está demostrada por numerosas observaciones que alejan toda especie de duda. Cualquiera puede convencerse por los medios mas sencillos de que *las hojas y partes verdes de todas las plantas absorben el ácido carbónico y exhalan un volumen igual de oxígeno.* Poseen todavia esta propiedad aun despues de separadas de la planta; efectivamente, si en este estado se las coloca en agua

que contenga ácido carbónico y se las espone á los rayos solares, el ácido carbónico desaparece completamente pasado algun tiempo. Cuando se hace esta esperiencia debajo de una campana llena de agua, es fácil recojer y examinar el gas oxígeno que queda en libertad. Despues que ha cesado el desprendimiento de oxígeno, ya no se encuentra ácido carbónico en la disolucion; si entonces se añade nueva cantidad de dicho ácido se vuelve á producir oxígeno.

Las plantas no emiten gas en el agua exenta de ácido carbónico ó que contiene un álcali que preserva este ácido de la asimilacion: PRIESTLEY y SENNEBIER son los primeros que hicieron estas observaciones. TH. DE SAUSSURE ha demostrado despues por una série de esperiencias exactas que la planta aumenta de peso á medida que abandona el oxígeno y se descompone el ácido carbónico. Este aumento de peso es mayor que el que corresponderia solamente á la cantidad de carbono absorbido; lo que prueba de un modo claro que la planta asimila al mismo tiempo los elementos del agua.

Con un objeto tan sublime como sabio, la vida de las plantas y la de los animales se hallan íntimamente unidas por medio de una admirable sencillez. Podemos figurarnos como se desarrolla una vegetacion lozana sin la concurrencia de la vida animal; pero la existencia de los animales no es tan independiente, porque les es indispensable la presencia de las plantas y su crecimiento. Estas, ademas de suministrar á la economía animal los medios para la nutricion y reproduccion y alejar de la atmósfera los principios insalubres que pudieran poner en peligro la vida de los animales, son las únicas que elaboran los alimentos necesarios para la primera funcion vital, cual es la respiracion. Las plantas son un manantial inagotable de oxígeno el mas puro, y reparan constantemente las pérdidas de este gas que esperimenta la atmósfera por el acto de la respiracion.

Reasumiendo estos hechos, se concluye que los animales espiran el carbono y que los vegetales le aspiran; asi es que el medio en que este fenómeno ha lugar, es decir el aire, no puede cambiar de composicion.

Se nos preguntará ahora, ¿esta corta cantidad de ácido carbónico contenido en el aire, que apenas llega á un milésimo por ciento de su peso, es suficiente en realidad para toda la vegetacion de nuestro globo? ¿es posible que esta gran masa de carbono provenga del aire?

De todas las cuestiones esta es la mas fácil de resolver. En efecto, sabemos que sobre cada pie cuadrado de la superficie de la tierra gravita una columna de aire del peso de 1108,33 kilógramos (2408,922 libras); por otra parte conocemos el diámetro y por consiguiente la superficie de la tierra, y con estos datos se puede calcular con la mayor exactitud el peso de toda la atmósfera. Pero la milésima parte de este peso es ácido carbónico que contiene un poco mas de un 27 por ciento de carbono, de lo que resulta que en la atmósfera existen 1,500 billones de kilógramos (3260,205 billones de libras) de carbono; cantidad que escede en mucho al peso de todas las plantas y al de los depósitos de carbon de piedra y de lignita que se hallan en la capa esterior del globo. Asi que, el carbono de la atmósfera es mas que suficiente para subvenir á la nutricion de las plantas. La proporcion de carbono contenido en el agua del mar es todavia comparativamente mayor.

Suponiendo que la superficie de las hojas y de las partes verdes de los vegetales, por las cuales se hace la absorcion del ácido carbónico, sea dos veces mayor que la del suelo sobre que crecen, lo que en las tierras que producen mayor cantidad de carbono tal como en los bosques, los prados y los campos de cereales es bastante menor que la de la superficie realmente activa; suponiendo ademas que en cada segundo, por espacio de ocho horas por dia, esta superficie (de 80,000 pies cuadrados) recibe del aire 0,00067 de su volumen ó 1 milésimo de su peso, se hallará que las hojas y partes verdes absorben un total, en el espacio de doscientos dias, de 500 kilógramos (1086,635 libras), de carbono (1).

---

(1) El cálculo siguiente demuestra cuán grande es la cantidad de ácido carbónico que puede separarse del aire en un tiempo dado. Para blanquear una pequeña habitacion de 105 metros cuadrados (376,837 pies cuadrados) de superficie (pa-

No se puede admitir que durante la vida de las plantas, sus órganos dejen de funcionar un solo instante. Las raices y todas las demas partes que tienen un destino análogo absorben constantemente agua y aspiran sin interrupcion el ácido carbónico; esta facultad es independiente de la luz solar. Durante el dia el ácido carbónico se concentra en la parte que no se halla espuesta á la accion directa de los rayos solares, por la noche se acumula en todas lás partes de la planta, y únicamente cuando la hieren los rayos solares es cuando se establece la asimilacion del carbono, y el oxígeno principia á desprenderse. Mas esto no sucede hasta que el germen penetra en la tierra y enverdece poco á poco de arriba abajo; en cuyo caso principian á formarse las materias leñosas.

En los trópicos y en el ecuador, y en general en los climas calientes en donde rara vez un cielo nebuloso impide el que el sol hiera con sus rayos ardientes una vegetacion abundante y vigorosa, es donde se encuentran los manantiales inagotables y eternos de gas oxígeno. En las zonas templadas y en las regiones frias hay una abundante produccion de ácido carbónico que perjudica á las plantas de los trópicos. La misma corriente de aire, que por efecto de la rotacion de la tierra, se estiende desde el ecuador hasta los polos, nos conduce el oxígeno de la zona tórrida, y la misma corriente, repito, por un

---

redes y techo) se han aplicado en el espacio de cuatro dias seis capas de lechada de cal que se han convertido en carbonato á espensas del ácido carbónico contenido en la atmósfera. Segun un cálculo exacto una superficie de 4,306 pulgadas cuadradas está cubierta de una capa de carbonato de cal del peso de 0,732 gramos (14,662 granos); los 105 metros que se supone tiene de superficie la habitacion se hallan cubiertos por 7686 gramos (16,57 libras) de carbonato de cal, los cuales contienen 4325,6 gramos (150,425 libras) de ácido carbónico. Pero admitiendo que un decímetro cúbico de ácido carbónico pesa 2 gramos (40,061 granos) (el peso exacto es 1,97978 gramos), se halla que la superficie total de la habitacion ha absorbido en el espacio de cuatro dias 2,163 metros cúbicos (7,763 pies cúbicos) de ácido carbónico.

Segun esto media fanega de tierra absorberia en el espacio de 4 dias por medio de un tratamiento semejante 51 $\frac{1}{2}$ metros cúbicos (61,609 varas) de ácido carbónico; en 200 dias, serian 2575 metros cúbicos (3080,489 varas) ó bien 5150 kilógramos (11193,370 libras) de dicho ácido, ó bien 1498,5 kilógramos (3256,945 libras) de carbono, que es tres veces mas que lo que realmente absorben las hojas y las plantas que vegetan en un terreno de esta estension.

movimiento retrógrado se lleva el ácido carbónico que se acumula en nuestros climas durante los inviernos y le trasporta á los calientes.

Las esperiencias de TH. DE SAUSSURE han demostrado que las capas superiores de aire contienen mas ácido carbónico que las inferiores que se hallan en contacto con las plantas, y que la proporcion de ácido carbónico en el aire durante la noche es mucho mayor que por el dia, en que es absorbido y se descompone el ácido carbónico. La causa de que las plantas purifiquen el aire reside segun esto en la propiedad que tienen de descomponer el ácido carbónico, fijando el carbono y dejando en libertad el oxígeno, tan indispensable para el sostenimiento de la vida del hombre y de los animales. El movimiento del aire en sentido horizontal, nos lleva tanto como nos conduce; por lo demas, las corrientes debidas á los cambios de temperatura son casi nulas si se las compara con las producidas por los vientos. Dedúcese de esto que el cultivo mejora el estado sanitario de un pais; sin él, las comarcas mas sanas llegarían á ser en poco tiempo inhabitables.

Influencia que ejercen en la vegetacion las sustancias que tienen la misma composicion que las plantas.—La consecuencia de la asimilacion del carbono, sin contradiccion la mas importante de todas las funciones que desempeñan los vegetales, es una verdadera produccion de oxígeno. Pero ninguna materia puede ser considerada como alimento de las plantas, es decir, como condicion de su desarrollo, si su composicion es igual ó semejante á la de las plantas, porque de este modo no podria llenar las funciones asimilatrices.

Hemos hecho ver que el leñoso en putrefaccion, es decir, el humus, contiene carbono mas los elementos del agua, sin esceso de oxígeno: su composicion se diferencia segun esto de la de la madera, en que contiene mas carbono.

Los fisiólogos no han hallado dificultad en esplicar la formacion del leñoso por medio de la composicion del humus (1), y dicen que el humus solo necesita retener el agua en com-

(1) MEYEN, Pflanzen physiológia. T. II. pág 141.

binacion química para producir el leñoso, la fécula y el azúcar. Pero los mismos naturalistas que han emitido esta opinion han observado que el azúcar, la fécula y la goma en estado de disolucion acuosa son absorbidas por las raices y trasmitidas á todas las partes de las plantas; pero no las asimilan á causa de que no pueden contribuir á su nutricion ni á su desarrollo. Sin embargo, apenas puede concebirse una forma que sea mas conveniente á la asimilacion que la del azúcar, la de la goma ó la de la fécula; porque estos cuerpos contienen todos los elementos del leñoso y casi en las mismas proporciones; mas á pesar de todo esto no alimentan las plantas.

La idea que se tenia hasta ahora acerca del modo de actuar el humus ha contribuido á que desconozcamos las funciones mas importantes de la economía vegetal. La analogía que se ha querido hallar á todo trance entre las funciones vitales de las plantas y las de los animales, es el orígen de todos los errores de que se hallan infestadas las teorías actuales. Los hechos siguientes prueban hasta qué punto es exacta nuestra asercion.

Las materias, tales como el azúcar, la fécula etc., que contienen carbono y los elementos del agua, son productos de la vegetacion, y las plantas solo viven en tanto que los elaboran. Esto mismo es aplicable á el humus, porque como las materias precedentes, es algunas veces un producto de la economía. Así es que SMITHSON, JAMECON y THOMSON han observado que las exudaciones negras de algunos árboles enfermos, tales como los olmos, los robles y los castaños silvestres, están compuestas de ácido úlmico combinado con un alcali. BERZELIUS ha encontrado tambien materias análogas en la mayor parte de las cortezas de los árboles. ¿Puédese admitir segun esto, que los órganos enfermos sean susceptibles de producir las materias que se cree son las condiciones vitales de las mismas plantas á que pertenecen estos órganos?

Entonces, ¿cúal es la causa de que en los escritos de todos los botánicos y fisiólogos se halle puesta en duda la asimilacion del carbono por el intermedio de la atmósfera, y que la mayor parte de los autores nieguen la influencia saludable que ejercen las plantas sobre el aire atmosférico?

Del modo como se conducen las plantas durante la noche.

Los sábios han concebido estas dudas al considerar el modo con que se conducen los vegetales en ausencia de la luz; es decir, de noche. Efectivamente, INGENHOUSS ha observado que las plantas verdes exhalan en la oscuridad ácido carbónico, y posteriormente DE SAUSSURE y GRISCHOW han hecho tambien esperiencias que prueban que las plantas absorben oxígeno durante la noche y exhalan ácido carbónico.

El aire que envuelve las plantas que vegetan en la oscuridad, disminuye de volúmen; no cabe duda que la cantidad de oxígeno absorbido es en este caso mayor que el volúmen del ácido carbónico espelido, pues de no ser asi, no hubiera podido haber disminucion en el volúmen del aire. Estos hechos son incontestables, pero la interpretacion que se ha dado de ellos es tan falsa, que solo la falta de conocimiento de las relaciones químicas que existen entre las plantas y la atmósfera en que viven, ha podido desviar de este modo el entendimiento.

Sabemos que el nitrógeno, que es de una naturaleza tan indiferente, así como el hidrógeno y otra porcion de gases ejercen sobre las plantas vivas una accion particular, las mas veces perniciosa. ¿Concíbese que el oxígeno, uno de los agentes mas poderosos carezca de accion sobre una planta, cuando la encuentra viva en un estado en que uno de sus actos de asimilacion se halla suspendido?

Lo que puede asegurarse es que por la ausencia de la luz, la descomposicion del ácido carbónico se suspende, y que entonces se establece una accion química á causa de la influencia que ejerce el oxígeno del aire sobre las partes constituyentes de las hojas, de las flores y de los frutos.

Esta accion nada tiene de comun con la vida de las plantas, porque se presenta del mismo modo en una planta viva que cuando está muerta. Conociendo la composicion de las hojas de diferentes plantas, es fácil determinar anticipadamente de un

modo positivo, cuáles de entre ellas durante su vida serán las que puedan absorber mas oxígeno en la oscuridad. Así que las hojas y las partes verdes de todas las plantas que contienen aceites esenciales, ó en general principios volátiles y aromáticos, que se resinifican por la absorcion del oxígeno, absorberán mas cantidad de este elemento que las que carecen de ellos. Finalmente, otras en cuyos jugos se encuentran materias curtientes ó sustancias ricas en nitrógeno, absorberán mas oxígeno que las que carecen de estos principios. Las observaciones de TH. DE SAUSSURE en esta materia son decisivas. En tanto que la pita (*agave americana*), cuyas hojas son carnosas, inodoras é insípidas, solo absorbe en la oscuridad en el espacio de 24 horas 0,3 de su volúmen de oxígeno, las hojas de las coniferas, tan abundantes en aceites volátiles, absorben 10 veces mas; las de roble (*quercus robur*), que contienen mucho tanino, absorben 14 veces su volúmen; finalmente las hojas aromáticas del chopo (*populus alba*) toman hasta 21. La naturaleza de esta accion química resalta todavia mas cuando se considera el modo como se conducen las hojas del *cotyledon calycina*, del *cacalia ficoides* y otras, que por la mañana son ácidos como la acedera, insípidas al medio dia y amargas por la tarde. Esto consiste en que durante la noche se verifica una oxidacion, es decir una acidificacion; en tanto que durante el dia y especialmente por la tarde, se establece una accion desoxidante: el ácido que existe en estas plantas se trasforma entonces en materias que contienen el oxígeno y el hidrógeno en las mismas proporciones en que se encuentran en el agua, ó todavia menos oxigenadas. A este orígen es al que se debe atribuir todas las materias insípidas ó amargas que se encuentran en las plantas.

Pudiérase tal vez, segun el tiempo mas ó menos largo que las plantas exigen para cambiar de color bajo la influencia del aire, determinar de un modo aproximado las cantidades de oxígeno que absorben. Hé aqui porque las que conservan por mas tiempo el color verde absorben en un tiempo dado menos oxígeno que otras cuyas partes no esperimentan una alteracion rápida. Efectivamente, se observa que las hojas del acebo

(*ilex aquifolium*), notables por su color verde persistente, absorben 0,86 volúmenes de oxígeno en el mismo tiempo en que las del chopo y de la haya absorben 8 veces las del primero y 9½ las de la segunda.

El modo con que se conducen las hojas verdes de álamo, de haya, de roble y de acebo, cuando despues de haberlas desecado en el vacío al abrigo de la luz se las humedece con agua é introduce en una campana graduada llena de oxígeno, confirma plenamente lo que habiamos previsto acerca de esta accion química. En efecto, las hojas que hemos indicado disminuyen la cantidad de oxígeno contenido en la campana, lo que sucede á medida que cambian de color. Esta disminucion no puede atribuirse á otra cosa sino á que se forman óxidos superiores, ó á la oxidacion del hidrógeno que constituye ciertos principios de las plantas. Las hojas caidas de color amarillo ó pardo de roble ó de álamo, contienen las primeras mas tanino y las segundas mas principios aromáticos.

Absorcion del oxígeno por la materia leñosa. — La propiedad que tienen las hojas verdes de absorber el oxígeno pertenece tambien al leño verde procedente de las ramas ó de lo interior del tronco. Si estando húmedo, tal como se le separa del árbol, se le reduce á virutas delgadas y se le coloca en esta forma debajo de una campana con oxígeno, se observa siempre al principio que el gas disminuye de volúmen. Cuando se humedece la madera seca que ha estado por cierto tiempo en contacto con la atmósfera, trasforma el oxígeno del aire ambiente en ácido carbónico, sin cambiarle de volúmen. Se vé segun esto que la madera verde absorbe mas oxígeno que la que ha esperimentado la desecacion.

PETERSEN y SCHOEDLER han demostrado por la análisis elemental ejecutada con el mayor cuidado con 24 especies diferentes de madera, que todas ellas contienen carbono y los elementos del agua, mas cierto esceso de hidrógeno. La madera de roble recien cortada y desecada á 100° contenia 49,432 de carbono, 6,069 de hidrógeno y 44,498 de oxígeno. La cantidad de hidrógeno que se necesita para formar agua con 44,498 de oxígeno es ⅛ de la misma, es decir, 5,56; segun

esto es evidente que la madera contenia $1/_{12}$ mas de hidrógeno que el que corresponde á esta proporcion. La madera de las coniferas (*pinus larix, abies* y *picea*) contiene $1/_7$ y la del tilo (*tilia europœa*) hasta $1/_5$ mas de hidrógeno. Es fácil de notar que la proporcion de hidrógeno se halla en cierta relacion con la densidad de la madera; las especies mas ligeras le contienen en mayor cantidad que las demas: la madera de ébano (*diospyros ebenum*) contiene exactamente los elementos en la proporcion en que se hallan en el agua.

La diversa composicion de las diferentes especies de madera y la del leñoso reposan incontestablemente en la presencia de los principios abundantes en hidrógeno y pobres de oxígeno, y solubles en parte, tales como las resinas y otras materias cuyo hidrógeno se une en la análisis al del leñoso.

Puesto que, como ya hemos visto, la madera de roble podrida contiene carbono mas los elementos del agua, sin esceso de hidrógeno, y que al esperimentar la putrefaccion no altera el volúmen del aire, es preciso que al principiar á descomponerse la relacion de sus elementos sea otra. El hidrógeno, sobre el cual se dirige primero la accion del oxígeno, hace parte de estos principios que acompañan á el leñoso en la madera.

La mayor parte de los fisiólogos atribuyen la emision nocturna de ácido carbónico á la absorcion diurna de oxígeno y consideran esta actividad como la *respiracion de los vegetales*, en la que, como en la de los animales, habria por consiguiente una descarbonizacion. Quizá no se ha emitido una opinion tan poco fundada y tan errónea como esta.

Emision del ácido carbónico por efecto de la traspiracion.— El ácido carbónico que absorben las hojas, ó que penetra en la planta con el agua por medio de las espongiolas, deja de descomponerse tan luego como disminuye la luz; en este caso queda disuelto en la savia de que los vegetales se hallan impregnados. En cada unidad de tiempo se desprende al través de las hojas, juntamente con el agua, cierta cantidad de ácido carbónico que está en proporcion con la masa total contenida en ellas.

El suelo en que las plantas vegetan con vigor contiene,

como condicion esencial de su vitalidad, cierta cantidad de agua; tampoco falta en él el ácido carbónico, bien sea que provenga de la atmósfera, ó de la putrefaccion de los vegetales. Todas las aguas de fuente ó de lluvia contienen ácido carbónico. Pero es un hecho, que las raices de las plantas en ningun periodo de la vida pierden la facultad de absorber la humedad y con ella el aire y el ácido carbónico. Bajo este supuesto ¿deberemos admirarnos de que este ácido carbónico sea devuelto á la atmósfera con el agua que traspiran las plantas, tan luego como falta la luz, ó lo que es lo mismo la causa que determina la fijacion del carbono?

Este desprendimiento de ácido carbónico no tiene mas relacion con la asimilacion que con la absorcion de oxígeno. Entre estos dos actos nada hay de comun; el uno es puramente mecánico y el otro químico. Una mecha de algodon puesta en una lámpara que contenga un líquido saturado de ácido carbónico se conduce del mismo modo que una planta viva durante la noche; aspira el agua y el ácido carbónico por efecto de la capilaridad y ambos cuerpos se evaporan sobre ella.

Las plantas que vegetan en un terreno húmedo abundante en ulmina, emiten mas ácido carbónico durante la noche que las que crecen en un terreno seco, y siempre mas despues que ha llovido que cuando el tiempo está seco. Estas diferencias esplican las numerosas contradicciones que se hallan en los resultados de las esperiencias que se han hecho para conocer los cambios que esperimenta el aire al abrigo de la luz ó á la claridad ordinaria del dia, por la accion de las plantas vivas ó de las ramas cortadas, contradicciones que no merecen ser discutidas, porque nada puede aducirse en su apoyo.

Ademas hay otros hechos decisivos que prueban que las plantas ceden mas oxígeno al aire que el que absorben, hechos que á la verdad solo nos son evidentes respecto á las plantas que viven debajo del agua. Asi es, que cuando se hiela en el invierno la superficie de los estanques y fosos, cuyo fondo está cubierto de verdura, y el agua líquida que queda se halla privada enteramente del contacto de la atmósfera por medio de una capa de hielo trasparente, se observa durante el

dia, sobre todo cuando los rayos solares caen sobre el hielo, que se desprenden unas burbugitas de aire que parten continuamente de la estremidad de las hojas y ramitas, las cuales reuniéndose debajo del hielo forman gruesas burbujas. Estas consisten en oxígeno puro cuya cantidad aumenta constantemente, y no se observa que disminuya durante el dia, cuando el cielo está opaco, ni por la noche. Este oxígeno proviene del ácido carbónico que está disuelto en el agua, el cual es reemplazado á medida que las plantas le absorben, por el que se forma en la putrefaccion progresiva de los despojos vegetales. Es evidente que si estas plantas aspirasen el oxígeno durante la noche, la cantidad no podria ser mayor que la que el agua que las envuelve tuviesen en disolucion, á causa de que el oxígeno que se separa en estado de gas no es absorbido.

El modo con que se conducen las plantas acuáticas no puede ser una escepcion de la gran ley natural, tanto menos cuanto que las diferencias que presentan las plantas aéreas en sus reacciones sobre la atmósfera durante la noche, y que al primer golpe de vista parecerian autorizarnos para admitir una escepcion de esta naturaleza, se esplican fácilmente cuando se las observa mas de cerca.

Causas de los errores de los fisiólogos.

Tal vez no hay en las ciencias naturales una teoría que tenga en su favor tantas pruebas decisivas como la que nos esforzamos en establecer. ¿Cómo se esplica entonces el que haya sido desconocida en toda su estension por la mayor parte de los fisiólogos, considerada como ya rechazada por algunos, y puesta en duda por el mayor número? Esto es debido á muchas causas que voy á aclarar.

En primer lugar, en la botánica todos los talentos y todas las fuerzas se han empleado en investigar la estructura y la forma esterior de las plantas, sin que jamás se haya consultado la física y la química. Al esplicar los fenómenos mas simples se han omitido las esperiencias y las leyes de estas dos ciencias que serian unos medios tan poderosos para hallar la ver-

dad, y se les ha omitido, porque no se ha querido tomar el trabajo de estudiarlas. Sin embargo la química ofrece inmensos recursos para examinar la constitucion de los órganos; pero no se ha sacado partido de ella, á causa de que nadie ha echado de ver esta necesidad.

En los animales, aun en los que no se pueden distinguir á la simple vista, se conocen muy bien los órganos mas principales, asi como las funciones de estos órganos; por el contrario en la fisiología vegetal nada puede percibirse, y una hoja siempre resulta ser la misma cosa. Pero no cabe duda, que una hoja que elabora esencia de trementina ó de cidra, debe tener necesariamente otra constitucion que la que produce ácido oxálico. [La fuerza vital en estos diversos casos exige para cada funcion un instrumento propio, ó lo que es lo mismo, un órgano particular; asi que, una rama de rosal ingertada en un limonero jamás producirá limones, pero sí rosas.

Hase acumulado un número considerable de diversas nociones, pero las mas importantes son precisamente aquellas que no se ha ensayado profundizar.

Otra de las causas de la decadencia de la fisiológia es el haberse desconocido el arte de investigar; verdad es que este arte solo se aprende en los laboratorios de química.

La naturaleza nos habla un lenguaje particular, que es el de los fenómenos, y responde á cada una de las cuestiones que la dirigimos, que son nuestras esperiencias.

Una esperiencia es la espresion de una idea; si el fenómeno que se produce responde á lo que se supone, nos hallamos cerca de la verdad; pero si sucede lo contrario, es una prueba de que la cuestion se ha presentado mal, y que la idea que nos habiamos formado era errónea.

Comprobar las esperiencias que ha ejecutado otro es repetir los procedimientos que le han suministrado las pruebas; si el exámen que se emprende con este objeto solo dá resultados negativos y á la nocion que se refuta no se sustituye otra mas exacta, semejante refutacion carece de valor; porque cuanto menos práctica tiene el que quiere repetir la esperiencia, tanto mas contrarios serán los resultados que obtenga á los que él

carbónico y aire, puede elegirse como medio para el crecimiento de las plantas el sulfato de barita, que por su naturaleza y densidad impide de un modo completo el acceso del aire?

Todas estas esperiencias son de ningun valor y no pueden decidir ni aun la menos importante de estas cuestiones. Si se añade á esto lo incierto que es el papel que juegan en las plantas las sustancias inorgánicas, al parecer estrañas, preciso es convenir que mientras subsistan nuestras dudas respecto á esta materia no puede elegirse un terreno cualquiera para ejecutar las esperiencias concluyentes. Asi que, en un suelo que no contenga sílice y potasa, es enteramente imposible el que las gramíneas lleguen á su completo desarrollo, ni tampoco las equisetáceas, porque su esqueleto sólido contienen en silicato de potasa; del mismo modo, sin potasa no podria conseguirse que vegetase un óxalis, y sin sal comun ú otra sal dotada de las mismas propiedades activas tampoco podria vegetar ninguna planta marítima. Todas las semillas de los cereales contienen fosfato de magnesia; la parte sólida de la raiz de malvabisco contiene mas fosfato de cal que leñoso. Segun esto, podrá vegetar la planta careciendo de estas sustancias? Ademas, ¿podrá elegirse una planta para una esperiencia, si se ignora absolutamente lo que necesita para su asimilacion?

A la verdad no podrá darse el menor valor á aquellas esperiencias en que se han escluido con el mayor cuidado todas las condiciones necesarias para la asimilacion de los alimentos. Jamás se llegarán á descubrir las leyes que rigen la vida buscándolas en un individuo enfermo ó que esperimenta un deterioro contínuo. La observacion atenta de una pradera ó de un bosque, nos pone mejor en el caso de resolver tan sencillas cuestiones que todos esos ensayos minuciosos ejecutados debajo de campanas; entonces en vez de una sola planta tenemos millares, he aqui toda la diferencia, y solo tenemos ya necesidad de conocer la naturaleza de una pulgada cúbica del terreno en que crecen, la del aire y la del agua de lluvia, para comprender inmediatamente todas las condiciones de su vida. Examínese cuáles son las formas bajo las cuales los alimentos

se trasmiten á las plantas y compárese la composicion de estos alimentos con la de las partes constituyentes de las mismas plantas, y entonces, sin duda alguna, no podrá sustraerse de nuestra investigacion el orígen de todos los elementos que contienen.

En las páginas siguientes volveremos á ocuparnos de estas cuestiones.

Queda demostrado que el carbono de las plantas proviene de la atmósfera. Trátase ahora de aclarar cómo obran el humus y los principios minerales de las plantas, asi como tambien la parte que toman estos cuerpos en el desarrollo de los vegetales. Despues volveremos á ocuparnos del orígen del nitrógeno.

ORIGEN Y MODO DE EJERCER SU ACCION EL HUMUS.

Orígen del humus. —En los capítulos anteriores hemos visto que todos los vegetales y sus partes, asi que dejan de vivir, esperimentan dos especies de descomposicion, que hemos designado, la primera con los nombres de *fermentacion ó putrefaccion*, y la segunda con el de *eremacausia ó combustion lenta* ó simplemente putrefaccion; por esta última las partes combustibles del cuerpo en descomposicion se combinan con el oxígeno del aire.

La eremacausia ó la putrefaccion de la parte esencial de todos los vegetales, es decir del leñoso, presenta un fenómeno particular: y es que esta sustancia en contacto con el oxígeno ó con el aire, convierte el oxígeno en un volúmen igual de ácido carbónico; la putrefaccion cesa tan luego como desaparece el oxígeno.

Cuando se separa este ácido carbónico y se le reemplaza con oxígeno vuelve á establecerse la putrefaccion; es decir, que el oxígeno se trasforma de nuevo en ácido carbónico. Estando compuesto el leñoso de carbono, mas los elementos del agua, puede decirse de un modo general que esta putrefaccion es idéntica en sus resultados á la combustion del carbono puro á una temperatura muy elevada; asi es que el leñoso se con-

duce, cuando se quema lentamente, como si su hidrógeno y oxígeno no estuviesen combinados con el carbono.

Para que se complete este fenómeno de combustion es necesario mucho tiempo; la presencia del agua es tambien una condicion indispensable. Los alcalis favorecen esta combustion y los ácidos la contrarian; todas las materias antisépticas, el ácido sulfuroso, las sales mercuriales, los aceites empireumaticos, etc., la paralizan completamente.

El leñoso, en este estado progresivo de putrefaccion ó de combustion lenta, es lo que en adelante denominaremos *humus* ó *ulmina*.

A medida que adelanta la putrefaccion del leñoso, pierde este la facultad de continuar pudriéndose, es decir de trasformar el oxígeno del aire ambiente en acido carbónico; asi es que á lo último queda una materia parda y carbonosa que carece de esta propiedad á la que se dá mas particularmente la denominacion de *humus*. Segun esto el humus es el último resultado de la putrefaccion ó eremacausia del leñoso, producto que constituye las turbas y la parte esencial de todas las lignitas.

Funciones del humus.—El humus se conduce del mismo modo en un terreno en que el aire puede tener acceso que en una atmósfera libre; es decir, que produce ácido carbónico con lentitud pero sin interrupcion. Al rededor de cada partícula de humus en putrefaccion, se forma una atmósfera de ácido carbónico á espensas del oxígeno del aire. Moviendo el terreno se favorece el que el aire penetre en el humus y por este medio se encierra en el terreno húmedo asi preparado una atmósfera de ácido carbónico; de este modo suministramos á la pequeña planta el primero y mas importante alimento que ha de contribuir á su desarrollo.

En la primavera, época en que las plantas carecen de los órganos que la naturaleza ha destinado para que reciban el alimento de la atmósfera, y en la que principian á formarse estos órganos, las semillas son las que suministran los elementos necesarios para la produccion de las raices; entonces con cada fibra radicular, la planta se halla provista de una boca, de un pulmon y de un estómago. Formadas las primeras radículas, desem-

peñan estas las funciones de las hojas y trasmiten á la planta los alimentos que reciben de la atmósfera que les rodea; ó lo que es lo mismo reciben del suelo el ácido carbónico por el intermedio del humus.

Removiendo la tierra al rededor de la planta tierna, se renuevan y multiplican los puntos de contacto del aire y se favorece la formacion del ácido carbónico. Sin esta especie de ventilacion, la cantidad de las materias nutritivas disminuiria constantemente en el terreno. Cuando la planta ha llegado á cierto grado de crecimiento, efectúa por sí esta especie de ventilacion. Las fibras radiculares y las raices, absorben entonces la atmósfera de ácido carbónico que en un principio pone á cubierto de una alteracion ulterior á la parte de humus que no ha esperimentado la putrefaccion, de suerte que cuando el aire llega á reemplazarle, la putrefaccion puede continuar y seguir por esta razon produciéndose gas ácido carbónico. Llegada esta época, la planta se alimenta á la vez por la raiz y por los órganos aereos; aproximándose asi rápidamente al término de su crecimiento. Cuando los órganos de la nutricion se hallan perfectamente formados, ya no necesita del ácido carbónico del suelo, y la falta absoluta de humedad en este caso no impide su desarrollo, siempre que la reciba en cantidad suficiente, para que pueda asimilar los alimentos, por el rocío ó por el aire; en los veranos muy calurosos, los vegetales reciben el carbono únicamente del aire.

Ignoramos cuál es el límite que la naturaleza ha fijado al crecimiento de las plantas; solo conocemos la medida ordinaria de su magnitud. En Lóndres y en Amsterdám llaman la atencion, como curiosidades súmamente notables, unos robles cultivados por jardineros chinos, cuya altura es solo de pié y medio, y sin embargo el tronco, la corteza, las ramas y el porte general de la planta indican muchos años de vida. Del mismo modo, si se deja crecer una especie de nabo pequeño llamado de Teltow que se cultiva en el pais de Brandeburgo, en un terreno en el cual pueda recibir tanto alimento como el que es susceptible de asimilar, adquiere un peso y volúmen enormes. Es bastante fácil dar razon de estas anomalías.

Relacion entre la masa de las plantas y la superficie de sus órganos.—La masa de una planta se halla en relacion con la superficie de los órganos destinados á trasmitirlas los alimentos. Cada radícula y cada hoja equivale en el vegetal á una boca y aun estómago mas.

La actividad nutritiva de las raices no cesa sino por la falta de alimento; por el contrario, cuando este abunda y no se consume completamente por el desarrollo de los órganos ya formados, este esceso no vuelve mas al suelo, sino que queda en la planta para producir nuevos órganos. Al lado de cada utrículo que se desarrolla, se produce otro, y al de cada rama y de cada hoja nace una nueva rama y una nueva hoja; sino hubiese alimento en esceso, estos nuevos órganos no podrian formarse, porque el azúcar y el múcilago que se producen en la semilla desaparecerían con el desarrollo de las yemas, de los tallos tiernos y de las primeras hojas.

Con el número de órganos, es decir, de ramas y hojas á las cuales la atmósfera suministra alimento, aumenta tambien en la misma proporcion la aptitud de estos órganos para trasmitir los alimentos á las plantas y para aumentar por consecuencia la masa; porque la facultad nutritiva está siempre en razon directa de la superficie de estos órganos. Las hojas, los renuevos y las ramas, una vez desarrollados, no exigen otro alimento para conservarse; no aumentan mas de masa ni de volúmen; para mantenerse en estado de órganos, no necesitan absolutamente mas que los medios propios para ejercer las funciones para las cuales la naturaleza les ha destinado; porque no existen para sí mismos.

Estas funciones, como ya sabemos, consisten en absorber el ácido carbónico y apropiarse el carbono bajo la influencia de la luz y en presencia de la humedad. Permanecen desde que la planta principia á crecer y continúan aun despues de su desarrollo.

Pero llegado este término, los nuevos productos de esta asimilacion continua no se consumen por el desarrollo de los órganos; entonces sirven para el crecimiento del cuerpo leñoso y de todas las sustancias sólidas de composicion aná-

loga. De este modo es como las hojas determinan la formacion del azúcar, de la fécula, de los ácidos, etc.; ínterin faltan, las raices son las que desempeñan esta funcion necesaria para la nutricion del tallo, de las yemas, de las ramas y hasta de las hojas.

Mas en este periódo de la vegetacion, en que las hojas están perfectamente formadas, los órganos asimiladores reciben de la atmósfera mas sustancias nutritivas que las que consumen; entonces, con el desarrollo progresivo del cuerpo leñoso, durante el cual la afluencia de alimentos permanece constante, es cuando cambia tambion el modo de distribuirse las sustancias nutritivas. La flor principia á desarrollarse, y una vez formado el fruto, las funciones vitales llegan á su término en la mayor parte de las plantas y los productos de su actividad son ya innecesarios. A consecuencia de esta termicion de las funciones, las hojas sucumben á la accion del oxígeno, cambian ordinariamene de color y caen. En el periodo que media entre la florescencia y la fructificacion, se produce en todas las plantas, por efecto de una metamórfosis de los cuerpos que contienen, una serie de combinaciones nuevas. A estas combinaciones es debida la formacion de las partes constitutivas de la flor, del fruto y de la semilla. El resultado de esta trasformacion química y orgánica á la vez, es la conversion de los elementos de una ó de varias combinaciones en otras dos ó mas nuevas que contienen los elementos agrupados en otro órden ó en otras proporciones.

Escreciones vegetales.—De las dos combinaciones que se producen por efecto de las metamórfosis de que acabamos de hablar, la una queda como princicipio en la flor ó en el fruto y la otra es espelida por la raiz bajo la forma de *escreciones* (1). Sin escreciones no podria concebirse á la verdad la nutricion de la economía animal y vegetal; porque el or–

---

(1) La palabra *escrecion* se emplea en este caso en su acepcion la mas general y no como la usan los botánicos para designar solamente ciertos fluidos que los vegetales escretan en circunstancias particulares.

ganismo por sí no engendra ningun elemento; sus funciones se limitan á trasformar, y los órganos se conservan y se reproducen solamente cuando las sustancias nutritivas que contienen los elementos esperimentan las metamórfosis. Llámese la causa de estas metamórfosis *fuerza vital*, *temperatura elevada*, *luz*, *galvanismo* ó como se quiera, no cabe duda que el acto de estas metamórfosis es puramente químico. No puede haber *combinacion* ni *descomposicion* sin que los elementos que se hallan en contacto sean aptos para unirse ó separarse; segun esto, lo que los químicos llaman afinidad, es precísamente el grado de esta aptitud.

En los capítulos en que hemos tratado de la fermentacion y de la putrefaccion, hemos espuesto con bastante latitud, que siempre que se perturba la atraccion elemental de una combinacion, el resultado es una metamórfosis de esta combinacion; entonces, los elementos se agrupan segun el grado de sus afinidades especiales, para formar nuevos compuestos; los cuales en las circunstancias en que se han producido no son ya susceptibles de esperimentar otra metamórfosis. Los productos de estas metamórfosis varian segun las causas que las promueven y segun las condiciones en las cuales tienen su orígen, y son tan numerosas como estas causas y condiciones. Por esta razon la propiedad característica de los ácidos, por ejemplo, consiste en una tendencia contínua, que varia en cada uno de ellos, á neutralizar las bases: estas presentan un carácter inverso, pero los ácidos y las bases, aunque tan diferentes, bajo el punto de vista de sus propiedades, determinan sin embargo en la mayor parte de los casos las mismas metamórfosis.

Consideremos ahora una metamórfosis de esta especie para hacer aplicacion de ella á la nutricion de los órganos: el ácido hidrociánico y el agua nos servirán de ejemplo. Estos cuerpos contienen los elementos del ácido carbónico, del amoniaco, de la uréa, del ácido cianúrico, de la ciamélida, de los ácidos oxalico y fórmico, del mélan, de la ammélina, de la melámina, de la ammélida, de la azulmina, del mellon, del ácido hidromellónico, de la alantóina, etc. Todas estas sustancias pueden

producirse con los elementos del ácido hidrociánico y del agua, en las tan variadas metamórfosis químicas. El examen de una sola de estas metamórfosis es suficiente para ilustrarnos acerca del acto de la nutricion.

El ácido hidrociánico y el agua se descomponen instantáneamente en contacto con el ácido hidroclórico, en ácido fórmico y amoniaco: los elementos del ácido hidrociánico y del agua se hallan en ambos productos, pero agrupados bajo otra forma y en otro órden. La tendencia que tiene el ácido hidroclórico á combinarse con una base es la que determina esta metamórfosis. Por efecto de esta tendencia el ácido hidrociánico y el agua esperimentan una descomposicion simultánea: el nitrógeno del ácido hidrociánico y el hidrógeno del agua se unen y forman una base, el amoniaco, con la cual se combina el ácido hidroclórico. Satisfecha esta tendencia, si me es permitida la espresion, su carácter ácido desaparece. El amoniaco no existia, pero sí sus elementos con la facultad de unirse para formar esta base. La descomposicion simultánea del ácido hidrociánico y del agua no es la consecuencia de la afinidad química del ácido hidroclorico para el amoniaco, porque ni el ácido hidrociánico ni el agua contienen amoniaco, y ciertamente mal puede concebirse la afinidad de un cuerpo para otro que no está formado y que tan solo debe producirse. Segun lo que precede se comprende con facilidad que las descomposiciones que conocemos con el nombre de metamórfosis difieren bastante de las descomposiciones químicas ordinarias.

Asi es que, en el caso actual, el ácido fórmico es el cuerpo escretado y el amoniaco representa la materia asimilada por el órgano. Este elige entre los alimentos que se le presentan aquellos de que tiene necesidad para su conservacion y reproduccion. Los demas elementos que no se asimilan, se unen entonces para formar nuevas combinaciones, que son las que constituyen los escrementos. Interin los cuerpos asi escretados por un órgano atraviesan todo el vegetal, encuentran otro órgano por medio del cual esperimentan una nueva metamórfosis; los escrementos del primer órgano contienen los elementos nutritivos para un segundo y un tercero; las sustancias que no son

ministra el nitrógeno á las plantas, y estas á los animales (BOUSSINGAULT).

En los capítulos anteriores hemos demostrado que el último resultado de la putrefaccion y de la eremacausia de las sustancias animales se presenta bajo dos formas particulares: en los climas frios ó templados bajo la forma de amoniaco, y en la zona tórrida bajo la de ácido nítrico. Hemos observado, sin embargo, que á la produccion de ácido nítrico precede constantemente la del amoniaco. Este es el último producto de la putrefaccion de las sustancias animales, y el ácido nítrico resulta de la combustion lenta de él.

Una generacion de mil millones de hombres se renueva cada treinta años, y millones de animales perecen y se reproducen en un periodo todavia mas corto. Por consiguiente ¿á dónde va á parar el nitrógeno que estos seres han recibido durante la vida, cuando dejan de existir?

Esta cuestion es la mas fácil de resolver. Por la putrefaccion, los cadáveres devuelven á la atmósfera, bajo la forma de amoniaco, todo el nitrógeno que contenian. En el antiguo cementerio de los Inocentes de París, á la profundidad de 60 pies, todo el nitrógeno que los cadáveres retenian en la *adipocera* se hallaba en estado de amoniaco. Efectivamente, este cuerpo es el mas simple, y puede decirse que es la última de todas las combinaciones nitrogenadas; es decir, el hidrógeno para el cual el nitrógeno manifiesta la afinidad mas marcada y enérgica.

Amoniaco contenido en el aire y en el agua de lluvia. —El nitrógeno del hombre y de los animales se halla por consiguiente en la atmósfera en estado de amoniaco, bajo la forma de gas, que combinándose con el ácido carbónico, constituye una sal volatil, muy soluble en el agua y produce combinaciones tan solubles como él.

El nitrógeno no puede permanecer en la atmósfera cuando se halla constituyendo el amoniaco, porque se precipita siempre que hay condensacion de vapor acuoso; por esta razon las aguas de lluvia deben contener siempre amoniaco: en el estío, en que las lluvias no son tan frecuentes, contienen mas que en el invierno y la primavera; la primera agua que cae contiene

como es natural, mas que la segunda; finalmente, despues de un tiempo muy seco la lluvia de tempestad conduce á la tierra mas cantidad de amoniaco que ninguna otra.

Las análisis del aire que se han hecho hasta el presente, no han indicado la presencia del amoniaco, y sin embargo este cuerpo existe siempre en él. Es verdad que la cantidad que existe en un pie cúbico de aire es casi nula; pero á pesar de esto representa la suma del nitrógeno contenido en millares de millones de hombres y de animales que habitan el globo, que es mas que suficiente para proveer de nitrógeno á todos los seres vivientes.

Resulta de la tension del vapor acuoso á 15° cént., y de la densidad del agua á 0°, que á 15° y 28 pulgadadas de presion (32 pulgadas españolas), 487 metros cúbicos (582,601 varas) de aire=31168 pies cúbicos de Hesse, contienen 64 pies cúbicos de vapor acuoso á 15°; los 64 pies cúbicos pesan 767 gramos (26,672 onzas). Si admitimos ahora que el aire perfectamente saturado de humedad á 15° abandona en forma de lluvia toda el agua que contiene en estado de vapor, se obtendrá una libra de agua de lluvia por cada 20800 pies cúbicos de aire. Todo el amoniaco existente en estado gaseoso en los 20800 pies cúbicos de aire debe haber sido conducido á la tierra con esta libra de agua. Suponiendo que estos 20800 pies cúbicos de aire solo contienen un grano de amoniaco, 10 pulgadas cúbicas contendrán 0,00000048 gramos de amoniaco. Es imposible determinar una cantidad tan pequeña, aun por medio de los endiómetros mas exactos; los resultados se confundirian siempre con los errores de observacion, aun cuando la cantidad de amoniaco fuese diez mil veces mayor.

Sin embargo, en una libra de agua de lluvia, que contiene disuelto todo el amoniaco que se hallaba en 20800 pies cúbicos de aire, debe podérsele determinar. Es claro que si esta libra contiene solamente una cuarta parte de grano de amoniaco, media fanega de tierra de prado, de bosque ó sembrada de trigo recibirá en el espacio de un año por cada 2,500,000 libras de agua de lluvia mas de 80 de amoniaco, y por consiguiente 65,64 libras de nitrógeno puro. Mas esta cantidad es bastante mayor

que la que corresponde á 1325 kil. (2879,848 libras) de madera; á 1400 kil. (3042,858 libras) de heno y á 10000 kil. (21734,700 libras) de remolachas; es decir, que la que contienen bajo la forma de albumina ó de glúten los productos de media fanega de tierra de bosque, de prado y en general sembrada de cualquiera semilla; es proximamente la que contiene el trigo, la paja y las raices que se coge en media fanega de tierra.

Es indudable, segun las análisis practicadas con el mayor cuidado en el laboratorio de GIESSEN, que el agua de lluvia contiene amoniaco; este cuerpo no habia sido hallado hasta el dia, porque nadie sospechaba siquiera el que existiese (1).

Respecto á el agua de fuente, HUENEFELD ha probado que todas las fuentes de Wiek, Eldena, Kostenhagen y Greifswalde contienen nitrato y carbonato de amoniaco. Tambien se han descubierto sales amoniacales en muchas fuentes minerales de Kissingen y en otros puntos; el amoniaco que contiene el agua de estas fuentes, á no dudar, no puede provenir sino de la atmósfera.

Cualquiera puede cerciorarse de su existencia en las aguas de lluvia: basta para esto evaporar casi hasta sequedad el agua de lluvia recien caida, despues de haber añadido un poco de ácido sulfúrico ó hidroclórico; estos ácidos se combinan con el amoniaco, y le fijan; el producto de la evaporacion consiste en este caso en sal amoniaco ó en sulfato de amoniaco, que se reconoce por medio del bicloruro de platino, y todavía mejor por el olor vivo que despide cuando se le pone en contacto con hidrato de cal pulverizado.

La nieve contiene tambien amoniaco. Algunas libras de nieve recogida en el mes de marzo sobre una capa de 10 pulgadas de espesor han dado por la evaporacion con el ácido hidroclórico un resíduo de sal amoniaco, que tratado por la cal, desprendia bastante amoniaco; la nieve que tocaba al suelo conte-

---

(1) El agua de lluvia que sirvió para estas esperiencias se recogió á seiscientos pasos del Sud-oeste de Giesen en un sitio al que llegaba el aire que habia pasado por esta ciudad.

nia mas. Es notable que el amoniaco que contiene el agua de nieve y de lluvia tenga un olor muy pronunciado á sudor y á escremento de animales, lo que denota claramente su orígen (1).

Absorcion del amoniaco por las raices.—Segun lo que antecede, la existencia del amoniaco en la atmósfera se halla bien demostrada: este cuerpo se renueva constantemente por efecto de la descomposicion de las materias animales y vegetales y es conducido á la tierra por medio de la lluvia. Una parte de él vuelve á evaporarse con el agua, pero otra es absorbida por las raices de las plantas y formando nuevas combinaciones, que varian segun los órganos, produce la albumina, el glúten, la quinina, la morfina, el cianógeno y un número considerable de otras combinaciones nitrogenadas.

La cuestion que se trata de resolver al presente consiste en saber si las raices absorben el amoniaco ó sus elementos y si realmente los órganos de las plantas elaboran con él las materias nitrogenadas que se encuentran en ellas.

En el año de 1834 me ocupé en union con WILBRAND, profesor de botánica de la universidad de Giessen, en determinar la cantidad de azúcar que contenian varias especies de arce que habian sido cultivadas en un terreno que carecia de abono, y todas ellas nos dieron por la simple evaporacion azúcar cristalizable; entonces nos sorprendió que el azúcar ordinario y el cristalizado dejasen desprender una gran cantidad de amoniaco; el primero mezclándole con cal y el segundo al refinarle. Creyendo que algun mal intencionado se hubiese orinado en las vasijas que se habian puesto junto á los árboles para recoger el zumo, se vigiló cuidadosamente al recoger otro nuevo y hallamos tambien una cantidad abundante de amoniaco bajo la forma de una sal neutra; el zumo era perfectamente incoloro y no reaccionaba sobre las tinturas azules vegetales.

Igual observacion se hizo con el zumo de abedul que se habia recogido en medio de un bosque, á dos leguas de distancia

---

(1) El agua destilada enturbia siempre el subacetato de plomo, efecto que produce el carbonato de amoniaco que contiene, del que se le puede privar completamente, añadiendo á el agua antes de destilarla, alumbre ó un ácido mineral.

la humedad, la uréa, que es la materia nitrogenada que predomina en la orina, se convierte en carbonato de amoniaco.

En la costa del Perú fertilizan el terreno, que es de por sí sumamente estéril, por medio de un abono que se conoce con el nombre de *guano* (1), que se esplota en varios islotes del mar del Sud. Basta añadir una cantidad muy pequeña de esta sustancia á un terreno que se componga únicamente de arena blanca y de arcilla para que se recolecten abundantes cosechas de maiz. El terreno asi preparado no contiene ninguna otra sustancia orgánica que el guano, y este abono está compuesto de urato, oxalato, fosfato y carbonato de amoniaco y de algunas sales térreas.

El amoniaco es el que suministra el nitrógeno al principio esencial de las plantas, es decir, á la albumina vegetal, y el único que puede dar orígen á las materias azules y rojas que se hallan en las flores. Las plantas silvestres no asimilan el nitrógeno bajo otra forma que la de amoniaco. Este mismo cuerpo es tambien el que en el tabaco, el heliotropio, el quenopodio y la borraja produce el ácido nítrico que se halla en estas plantas, aun cuando vegeten en un terreno enteramente exento de nitro. Estas plantas no pueden existir sin la presencia de los nitratos; razon por la que no vegetan con lozanía sino en tanto que reciben con profusion la luz solar y el amoniaco; la luz solar, porque es la que en las hojas y los tallos efectúa la separacion del oxígeno libre; y el amoniaco, porque uniéndose al oxígeno forma siempre ácido nítrico.

La orina del hombre y la de los animales carnívoros son las que contienen el nitrógeno en mayor proporcion, ya sea en estado de fosfato ó en el de uréa; esta última se convierte por efecto de la putrefaccion en bicarbonato de amoniaco, es decir que toma la forma de la sal que se encuentra en las aguas de lluvia. La orina humana es el abono que obra con mas energía

(1) El guano es depositado en estos islotes por una infinidad de aves acuáticas, que habitan en ellos durante la incubacion, y no es mas que los escrementos podridos de estas aves, las cuales cubren la tierra con una capa de varios pies de altura.

para todos los vegetales muy nitrogenados; la del ganado vacuno y lanar y la de caballo contiene menos nitrógeno, pero es siempre muchísimo mas nitrogenada que los escrementos de estos animales. En la orina de los herbívoros existe ademas de la uréa, *ácido hippurico*, el cual se descompone por la putrefaccion en amoniaco y ácido benzóico; en el *anthoxanthum odoratum* se encuentran los elementos del amoniaco constituyendo el glúten y el ácido benzóico enteramente formado.

Si comparamos la cantidad de nitrógeno que se encuentra en los escrementos sólidos del hombre y de los animales con la que existe en los escrementos líquidos, se hallará que es casi nula en los primeros: en efecto esto no puede menos de ser asi.

Las sustancias con que se alimentan el hombre y los animales no pueden mantener la vida sino en tanto que presentan á los órganos los elementos que necesitan para su reproduccion; los cereales y las yerbas frescas y desecadas que consumen, contienen sin escepcion principios ricos en nitrógeno.

La cantidad de forrage, ó en general de alimento, que necesita el animal, es tanto menor cuanto mas rico es dicho alimento en principios nitrogenados, y viceversa.

Un caballo puede vivir alimentándole solo con patatas, que contienen muy poco nitrógeno; pero esta vida es en verdad un desfallecimiento paulatino; pues el caballo no gana en masa ni en fuerza y sucumbe al mas débil esfuerzo.

La enorme cantidad de arroz que toman los indios en sus comidas admira á los europeos; mas la razon es muy sencilla; el arroz es entre los cereales la semilla que contiene menos nitrógeno.

Es claro que el nitrógeno de las plantas y de las semillas con que se alimentan los animales sirve para su asimilacion; despues de efectuada la digestion, los escrementos de estos animales deben carecer de nitrógeno, y si es que existe en ellos, proviene de algunas secreciones biliares ó intestinales. Por lo demas, de todos modos, contienen siempre menos nitrógeno que el que existia en las sustancias con que se han alimentado.

Los escrementos del hombre son los mas nitrogenados, en razon á que para él el comer no solo tiene por objeto el satisfacer una necesidad, sino el gozar, de suerte que consume mas nitrógeno que el que necesita; asi es que este esceso pasa en los escrementos.

Con el estiércol animal, se suministra siempre á la tierra menos materias nitrogenadas que las que se separan por la recoleccion, pero se la provee siempre de una cantidad mayor de sustancias nutritivas que la que hubiera recibido de sola la atmósfera. Segun esto la verdadera cuestion cientifica para el agricultor se reduce á saber utilizar convenientemente el alimento nitrogenado de las plantas que los escrementos del hombre y de los animales producen por la putrefaccion. Si no le emplea en sus campos bajo una forma conveniente, se pierde la mayor parte de este alimento; pasados algunos años hallaria en su lugar los restos carbonados de las materias vegetales podridas, pero entre ellos no encontraria nada de nitrógeno, pues todo él se habria desprendido en estado de carbonato de amoniaco.

Todo escremento animal es un manantial de amoniaco y de ácido carbónico, el cual dura ínterin contiene nitrógeno; en cada periodo de su putrefaccion desprende amoniaco cuando se le humedece con agua, el cual se reconoce por el olor ó por los vapores blancos y densos que se producen cuando se aproxima un cuerpo humedecido con un ácido. Este amoniaco se infiltra en el suelo, de suerte que la planta halla en él un manantial de nitrógeno mucho mas abundante que lo seria la atmósfera. Pero la eficacia del estiércol animal depende mas bien de la forma bajo la cual suministra el amoniaco á las plantas que de la cantidad de este último cuerpo.

Las plantas silvestres reciben por lo general de la atmósfera mas nitrógeno bajo la forma de amoniaco que el que necesitan para su desarrollo, porque el agua que se evapora al través de las flores y de las hojas esperimenta una fermentacion pútrida, propiedad especial de las materias nitrogenadas.

Las plantas cultivadas reciben de la atmósfera la misma cantidad de nitrógeno que las silvestres, que los árboles y que

los arbustos; pero es insuficiente para las necesidades de la agricultura.

La economía agrícola se distingue esencialmente de la foreste en que tiende sobre todo á la produccion del nitrógeno bajo una forma que se preste á la asimilacion, en tanto que en esta última el objeto principal es producir carbono.

El carbonato de amoniaco que recibe la tierra por medio de las lluvias, no pasa en su totalidad á las plantas, porque con el agua que se evapora se volatiliza constantemente cierta cantidad de él; la única porcion que se asimila es la que penetra mas en el terreno, la que el rocio conduce inmediatamente á las hojas y la que estas mismas absorben del aire con el ácido carbónico.

La orina que existe en los escrementos sólidos del hombre y de los animales contiene el amoniaco en estado de sal, es decir, en una forma bajo la cual no puede volatilizarse. Por esto, cuando se le presenta á las plantas en este estado, no se pierde la menor cantidad; entonces se disuelve en el agua, y penetra en las plantas por las espongiolas.

Influencia del yeso sobre la vegetacion. — La influencia tan favorable que ejerce el yeso en la vegetacion de los prados proviene únicamente de que este cuerpo fija el amoniaco de la atmósfera, é impide que se desprenda el que se condensa con los vapores acuosos. El carbonato de amoniaco que se halla disuelto en el agua de lluvia, se descompone en contacto con el yeso del mismo modo que en las fábricas de sal amoniaco; se produce sulfato de amoniaco soluble y carbonato de cal. El yeso va desapareciendo poco á poco, pero su accion continúa ínterin existe el menor indicio de él.

Se habia comparado la accion del yeso y la de otras muchas sales con la de las especias, que, exaltando la actividad del estómago y de los intestinos, hacen á estos órganos mas aptos para la digestion. Pero en las plantas no se hallan nervios; no se conoce sustancia alguna que pueda embriagarlas, adormecerlas ni producir la locura; si falta una materia nitrogenada en una hoja, esta no podrá contribuir al crecimiento de la planta, aun en el caso de que hubiese ácido carbónico en abundan-

cia; por consecuencia no se puede reemplazar por ninguna materia estraña la sustancia propia de la planta cuya presencia es indispensable para que se ejerzan las funciones asimilatrices de uno de sus órganos.

Verdad es que si se añaden cortísimas cantidades de especia á los alimentos del hombre, producen un efecto favorable; mas con respecto á las plantas se las daria únicamente la especia sin añadir los alimentos propiamente dichos.

Dedúcese de esto que el modo de obrar del yeso como estimulante, asi como el del cloruro de calcio, consiste en fijar el nitrógeno en el terreno, ó mas bien el amoniaco, principio indispensable para la vegetacion.

Para que nos formemos una idea exacta de la eficacia del yeso, basta saber que una libra de yeso calcinado fija en el terreno tanto amoniaco como pudieran suministrarle 6250 libras de orina de caballo (1), suponiendo que todo el nitrógeno del ácido hippúrico y de la uréa fuese absorbido por el yeso bajo la forma de carbonato de amoniaco.

Admitiendo con BOUSSINGAULT (2) que la yerba contiene una centésima parte de su peso de nitrógeno, la absorcion de una libra mas de este elemento aumentará en 100 libras de yerba seca la produccion del prado; pero este esceso será la consecuencia de la accion de 4 libras de yeso.

El agua es la condicion mas indispensable para la asimilacion del sulfato de amoniaco que se produce, y en general para la descomposicion del yeso, sustancia muy poco soluble (3); esta es la causa de que el yeso apenas ejerza influencia en los prados y campos secos, al paso que en estos obra eficazmente el estiercol animal, en razon á que asimilan el carbonato de

---

(1) Segun FOURCROY y VAUQUELIN la orina de caballo está compuesta de:

Hippurato de sosa.	2,4
Uréa.	0,7
Sales y agua.	96,9
	100,0

(2) Anales de química y de física, t. LXIII, p. 243.

(3) Una parte de yeso exige para disolverse 400 de agua.

amoniaco gaseoso que se desprende. La descomposicion que esperimenta el yeso por el carbonato de amoniaco se efectúa con lentitud á causa de que la cantidad de carbonato que existe en el agua de lluvia es cortísima: hé aqui por qué su eficacia se conserva por espacio de algunos años.

Influencia de la arcilla calcinada sobre la vegetacion.—El abono de los campos con la arcilla calcinada se esplica tambien con no menos facilidad. Se habia creido hasta el presente que la fertilidad de los terrenos ferruginosos era debida en parte á la absorcion de la humedad; pero la tierra ordinaria y seca tiene esta propiedad en tan alto grado: ademas, ¿qué influencia puede verdaderamente atribuirse á algunos centenares de libras de agua que se hallan esparcidos en un campo en un estado en que no puede ser utilizada por las raices ni las hojas?

El peróxido de hierro y la alúmina se distinguen de todos los demas óxidos metálicos por la facultad que tienen de formar combinaciones sólidas con el amoniaco. Asi es que los precipitados que se forman cuando se tratan las sales de hierro por el amoniaco, son verdaderas sales, en las cuales este último cuerpo hace el papel de una base. Esta afinidad es la causa de la propiedad notable que tienen todos los minerales ricos en peróxido de hierro y en alúmina de atraer el amoniaco y de retenerle.

Sábese que estando practicando VAUQUELIN una análisis judicial descubrió que el orin contiene siempre cierta cantidad de amoniaco. CHEVALLIER halló despues que el amoniaco constituye una parte esencial de todos los minerales ferruginosos, y que hasta la sanguina compacta contiene cerca de 1 por 100 de dicho gas. BOUIS observó que el olor particular que se desenvuelve cuando se humedecen los minerales arcillosos, proviene en parte de una emanacion de amoniaco. Segun este químico, una porcion de yesos y de arcillas, y otras sustancias, humedecidas con una disolucion de potasa cáustica, desprenden, aun despues de dos dias, una cantidad tal de amoniaco, que si se coloca encima un papel de tornasol enrojecido recobra su color azul.

Los terrenos ferruginosos, asi como tambien la arcilla cal-

cinada, la cual por su estado poroso absorbe aun mayor cantidad de gas, aspiran por decirlo asi el amoniaco, é impiden el que se volatilice, fijándole, como lo haria un ácido que se hubiese vertido en el suelo. Siempre que llueve el amoniaco que ha absorbido el terreno se disuelve en el agua y es presentado en este estado á la planta.

Influencia del carbon en la vegetacion.—El carbon en polvo ejerce bajo este respecto una accion no menos enérgica: cuando está recien calcinado escede á todos los cuerpos que conocemos por la facultad que tiene de condensar en sus poros el gas amoniaco; esta es tal, que un volúmen de carbon absorbe 90 de amoniaco que se desprende por solo la humectacion (SAUSSURE).

La madera podrida, especialmente la de roble, se parece mucho bajo este respecto á el carbon, tanto que si se la coloca en el vacío estando exenta de agua, absorbe 72 veces su volúmen.

Segun esto, es facil esplicar las propiedades del humus. Este cuerpo, que no es otra cosa que el leñoso en putrefaccion, ademas de ser un manantial contínuo de ácido carbónico, lo es tambien de nitrógeno.

Conclusiones.—Puesto que el nitrógeno se halla en todos los líquenes que vegetan en las rocas de basalto; que los campos producen mas nitrógeno que el que han recibido; que se encuentra este mismo gas en todos los terrenos, y en los minerales, aun cuando no se hallen en contacto con materias orgánicas; que en la atmósfera, en las aguas de lluvia y de fuente, y en todos los terrenos existe este nitrógeno bajo la forma de amoniaco, el cual procede de la combustion lenta ó de la putrefaccion de las generaciones anteriores y finalmente, puesto que la produccion de los principios nitrogenados aumenta en las plantas segun la cantidad de amoniaco que les presta el estiercol animal, se puede concluir con toda seguridad *que el amoniaco que existe en la atmósfera es el que suministra el nitrógeno á las plantas.*

De lo espuesto se deduce que el ácido carbónico, el amoniaco y el agua reunen en sus elementos las condiciones necesarias para la produccion de todos los principios de los seres

vivientes. Estos tres cuerpos son los últimos productos de la putrefaccion y de la eremacausia de todos los seres animales y vegetales. Cuando perece el individuo, todos los productos de la fuerza vital, tan numerosos y variados, vuelven á adquirir las mismas formas que tenian en su orígen. La muerte, la disolucion completa de una generacion, es siempre el orígen de otra generacion.

DE LOS PRINCIPIOS INÓRGANICOS DE LOS VEGETALES.

El ácido carbónico, el amoniaco y el agua son unos cuerpos indispensables á todas las plantas, en razon á que contienen los elementos de que se componen todos sus órganos. Sin embargo, para que se desarrollen ciertos órganos destinados á funciones particulares que varían en cada familia, las plantas necesitan aun otras materias que les presenta la naturaleza mineral.

Estas materias las hallamos en la *ceniza* de los vegetales, si bien existen en un estado de alteracion, y las proporciones varían generalmente segun la naturaleza del terreno.

Las raices de las plantas se conducen para con las sustancias solubles depositadas en la tierra, como una esponja que embebe todos los líquidos que encuentra. Las materias que se introducen por este medio en los vegetales, unas permanecen en mayor ó menor cantidad y otras son espelidas, segun que pueden ó no ser asimiladas. En las semillas de todos los cereales, por ejemplo, se halla siempre fosfato de magnesia combinado con el amoniaco; esta sal existe en la cubierta esterna y sedosa, y acompaña á la harina en el pan, y á el mosto en la cerveza; sin embargo la mayor parte queda en el salvado. Esta sal es tambien la que constituye las concreciones intestinales, qué ordinariamente se encuentran en los caballos de las tahonas, que á veces suelen pesar bastantes libras; y finalmente la que se precipita en la cerveza bajo la forma de un sedimento blanco cuando se la trata por el amoniaco.

La mayor parte de las plantas, y aun puede decirse que todas, contienen ácidos orgánicos que difieren muchísimo res-

no fuese asi, sería en verdad muy chocante que las esperiencias que hemos citado fuesen el comprobante de esto.

Las cenizas de los dos pinos, cuya composicion es tan diversa, contienen segun la analisis de TH. DE SAUSSURE el mismo número de equivalentes de óxidos metálicos, ó lo que es lo mismo, que la cantidad de óxigeno de todas las bases reunidas es la misma en los dos árboles.

Cien partes de cenizas de pino del monte Bréven contienen (1):

Carb. de potasa. .	3,60	cant. de oxíg. de la potasa.	0,41	9,01 oxígeno.
Carb. de cal. . . .	46,34	— de la cal. . .	7,33	
Carb. de magnesia.	6,77	— de la mag. .	1,27	
Total de carb.	56,71			

Cien partes de cenizas de pino del monte La-Salle contienen (2):

Carb. de potasa...	7,36	cant. de oxígeno de la potasa.	0,85	8, 95 oxíg.
Carb. de cal. . . .	51,19	— de la cal....	8,10	
Carb. de magnesia.	0,00			
Total de carb.	58,55			

Los números 9,01 y 8,95 que espresan la cantidad de oxígeno de todas las bases que existen en las dos cenizas, se aproximan tanto como se puede desear.

Si comparamos entre sí las análisis que ha hecho BERTHIER de dos cenizas de pinabete, de las cuales una procedia de Noruega y la otra de Allevard (departamento de Isere), se halla que en una existe 50 por ciento y en la otra 25 por ciento de salessolubles; difícilmente se encontrarán dos especies de plantas en las que se observe una diferencia tan grande respecto á la cantidad de las bases alcalinas, y con todo las cantidades de oxígeno de las bases reunidas son iguales.

---

(1) 1,000 partes de esta madera dieron 11,87 p. de ceniza.
(2) 1.000 partes de esta madera dieron 11,28 p. de ceniza.

Cien partes de cenizas de pinabete de Allevard contienen:

Potasa y sosa.	16,8	cantidad de oxígeno (1)		3,42
Cal.	29,5	—	—	8,20
Magnesia.	3,2	—	—	1,20
	49,05			12,82

Una parte de la potasa y de la sosa contenidas en esta ceniza existia unida á los ácidos vegetales y otra se hallaba en estado de sulfato, de fosfato y de cloruro. En 100 partes habia 3,1 de ácido sulfúrico, 4,4 de ácido fosfórico y 0,3 de ácido clorohídrico, cuyos tres ácidos saturan una cantidad de base que contenga 1,20 de oxígeno, número que es preciso restar de 12,82,y queda 11,62, que representa la cantidad de oxígeno existente en las bases que se hallaban combinadas con los ácidos orgánicos.

100 partes de cenizas de pinabete de Noruega contienen:

Potasa.	14,10	cantidad de oxigeno		2,40
Sosa.	20,70	—	—	5,30
Cal.	12,30	—	—	3,45
Magnesia.	4,35	—	—	1,69
	51,45			12,84

Si se sustrae de 12,84 la cantidad de oxígeno de las bases que se hallaban en esta ceniza combinadas con los ácidos sulfúrico y fosfórico, es decir, 1,37, queda el número 11,47 que espresa el oxígeno de las bases unidas á los ácidos vegetales.

Esta concordancia tan notable no puede ser casual, y si las investigaciones que lleguen á hacerse en otras especies de vegetales confirman esto mismo, no se puede en verdad dar otra interpretacion que la que hemos indicado. Se ignora bajo qué forma existen en las plantas la sílice y los óxidos de manganeso y de hierro; únicamente se sabe que tratando todas las partes de la planta con agua, se pueden estraer la potasa, la sosa y la magnesia combinadas con los ácidos vegetales. La cal

(1) Se supone que los pesos atómicos de ambas bases sean iguales.

se halla en el mismo caso siempre que no exista en estado de oxalato insoluble.

Debemos tener presente que en las diversas especies de *oxalis*, nunca se encuentran combinados el ácido oxálico y la potasa, en estado de sal neutra ó de cuadrioxalato, sino en el de bioxalato, sea cualquiera la naturaleza del terreno sobre que crece la planta. En las uvas existe siempre la potasa en estado de bitártrato y nunca en el de tártrato neutro.

Examinando con el mayor cuidado las cenizas de las plantas de una misma especie, que vegeten en terrenos diferentes, se conseguirá el que la fisiología haga grandes adelantos, decidiendo si el hecho notable que hemos indicado constituye en verdad una ley definida respecto á cada familia vegetal. Deberá investigarse si cada familia puede estár caracterizada por un número determinado, que sea constante y esprese la cantidad de oxígeno contenido en las bases que se hallan unidas á los ácidos vegetales. Creemos que los trabajos que se emprendan con este objeto conducirán á un resultado importante. Si la produccion de cantidades definidas y constantes de las sales vegetales se halla en cierta proporcion con los órganos, y estas sales les son indispensables para llenar sus funciones, las plantas deberán, por egemplo, absorber siempre potasa ó cal y si la cantidad de estas sustancias es insuficiente deberán reemplazar la que falta por una proporcion correspondiente de otras bases alcalinas. Si la planta no se halla en contacto con ninguna de estas bases, no podrá desarrollarse y perecerá. Asi es, que cuando se siembra la *salsola kali* en un terreno ordinario dá una planta que contiene potasa y sosa; la semilla de esta nueva planta produce otra en la que solo existen sales de potasa, con algunos indicios de cloruro de sodio (CADET).

Importancia de las bases alcalinas para la vegetacion.— Puesto que en las plantas se encuentran tambien álcalis vegetales combinados con los ácidos orgánicos, hay una razon mas para admitir que las bases alcalinas en general son necesarias para el desarrollo de las plantas. Esta es la causa de que las patatas que entallecen en las cuevas, en circunstancias en que la tierra no les puede ofrecer bases minerales, produzcan sobre

todo en los tallos largos que se dirigen hácia la luz, un verdadero álcali que es la *solanina*, del cual no se encuentra el menor indicio en ninguna parte de las patatas recien recolectadas.

Todas las quinas contienen ácido quínico y cantidades muy variables de quinina, cinconina y de cal. Se puede deducir con bastante exactitud la cantidad de alcaloides por la de las bases minerales que quedan despues de la incineracion. El máximum de las primeras bases cosresponde á el mínimum de las segundas, que es en efecto lo que debe suceder si estas bases se sustituyen realmente entre sí, segun sus equivalentes.

Sábese igualmente que casi todas las suertes de ópio contienen el ácido mecónico combinado con cantidades súmamente variables de narcotina, de codeina, de morfina, etc. La cantidad de una de las bases aumenta á medida que disminuye la de la otra. Se observa siempre que las cantidades mas pequeñas de morfina se hallan acompañadas de un máximum de narcotina.

Hay algunas suertes de ópio en las que no se puede descubrir el menor indicio de ácido mecónico (1), mas no por esto se puede decir de un modo absoluto que falta el ácido; por el contrario se halla reemplazado por otro ácido mineral cual es el sulfúrico, y cuando los dos ácidos se hallan unidos, su cantidad existe siempre en cierta relacion.

Pero si el ácido orgánico que contiene la planta puede ser reemplazado por otro inorgánico, sin que el vegetal sufra el menor perjuicio en su desarrollo, con mayor razon se podrá aplicar esto mismo á las bases inorgánicas, como parece nos lo indica la composicion de los jugos de las papaveraceas.

Cuando las influencias esteriores obran en el desarrollo de los vegetales que se someten al cultivo, nunca pueden ser tan constantes las relaciones; lo cual es muy natural.

Si se riega la tierra en que florece un jacinto blanco, con

(1) Operando Robiquet en una ocasion sobre 150 kilógramos (326,020 libras) de ópio no obtubo el menor indicio de meconato de cal, al paso que otras especies le han dado cantidades considerables. (Anales de química y de física, tomo LIII, p. 425).

tiercol que ha perdido completamente esta propiedad es el mas útil á las plantas.

Ademas, ¿no nos consta que existe una gran cantidad de ácido úlmico en el agua que cubre los depósitos de turba estériles y las praderas pantanosas, en las cuales solo crece un corto número de plantas?

La materia que tiñe el agua de negro es el producto de la fermentacion pútrida de todas las sustancias animales y vegetales; su presencia denota siempre la falta del oxígeno necesario para la putrefaccion (la eremacausia). Las disoluciones que las contienen se descoloran al aire, y absorben el oxígeno, en cuyo caso se precipita un cuerpo negro carbonoso al que puede darse el nombre de *carbon de humus*.

Representémonos un terreno impregnado de esta sustancia: es evidente que deberá obrar sobre las raices de una planta del mismo modo que si se hallase privada del contacto del oxígeno, ó se hubiese mezclado la tierra con hidrato de protóxido de hierro, porque las plantas perecen en todo terreno y en toda agua que carezca de oxígeno; la falta de aire produce exactamente en ellas el mismo efecto que un esceso de ácido carbónico.

En los sitios pantanosos, el agua estancada es la que intercepta el acceso del aire; si se renovase aquella, ejerceria la misma accion que el aire por su contacto directo, en razon á que contendria siempre aire en disolucion. Desaguando el pantano, la tierra, hallándose en presencia del aire, se convertiria en un prado el mas fértil.

Los despojos animales y vegetales no entran en putrefaccion (en eremacausia) en un terreno en que el aire tiene poco ó ningun acceso, á causa de que falta el oxígeno; no obstante esperimentan la fermentacion pútrida porque hay siempre la cantidad necesaria de aire para que esta se establezca. Pero la fermentacion pútrida es una de las acciones desoxidantes mas enérgicas; su influencia se estiende sobre todo lo que se halla á su alcance, tanto sobre las fibras de las raices como sobre las mismas plantas. Todas las materias susceptibles de desoxidarse ceden su oxígeno al cuerpo orgánico que esperimenta esta fermentacion; así es que el óxido de hierro rojo se trasforma

en óxido negro intermedio, el sulfato de hierro en sulfuro de este metal, etc.

Renovando el aire con frecuencia, moviendo el terreno convenientemente, y en especialidad por el contacto de los óxidos alcálinos, de las cenizas, de las lignitas, de la cal viva y del carbonato calizo, se consigue trasformar la fermentacion pútrida que se establece en un principio en una verdadera accion oxidante, y cuando por este cambio todas las materias orgánicas esperimentan la combustion lenta, la fertilidad del terreno aumenta considerablemente. El oxígeno, en vez de contribuir á la trasformacion de la materia parda y soluble en humus negro ó en carbon de humus insoluble, sirve en este caso para producir el ácido carbónico. Sin embargo, este cambio es muy lento, y es raro que el oxígeno quede totalmente escluido por la atmósfera de ácido carbónico que impide el contacto. No obstante, si esto llega á suceder, los efectos son muy perjudiciales á la fertilidad del terreno. Hé aqui una prueba palpable:

En las inmediaciones de Salzhausen, en el sitio llamado los *prados de Grunschwalheim*, se notan algunos puntos de tierra estéril cubiertos de una yerba amarillenta. Si se perfora el terreno en estos puntos hasta la profundidad de veinte á veinticinco pies, se desprende un torrente de ácido carbónico, con tal violencia que el ruido que produce se percibe á la distancia de algunos pasos. Este gas es el que desaloja el aire del terreno, y por consecuencia todo el oxígeno, único elemento que vivifica las semillas y fibras de las raices.

El humus es verdad que alimenta el vegetal hasta que se desarrollan las hojas, que son los órganos esteriores de la nutricion; el alimento que suministra contribuye á multiplicar los órganos de la nutricion aérea: dedúcese naturalmente de esto que su presencia contribuye á la fertilidad del terreno.

Ciertas especies de vegetales, en particalar aquellas que reciben su alimento de la semilla, como las plantas tuberculosas y bulbosas, pueden vegetar sin humus: este solo servirá para acelerar su desarrollo, á el que pudiera ser hasta perjudicial en la primera época si .e hallase en esceso.

Las partes nutritivas que la planta tierna puede tomar de

la atmósfera bajo la forma de ácido carbónico y de amoniaco tienen sus límites fijos.

Si á consecuencia de haber recibido la planta del suelo un alimento demasiado abundante desde el principio de su desarrollo, el número de los órganos esteriores producidos llega á no estar en proporcion con la cantidad de dichas materias, la planta no podrá llevar flores ni frutos. En muchos casos el alimento aéreo sirve únicamente para completar el crecimiento de las hojas, de los tallos y de las ramas.

Este efecto es idéntico al que se observa en las plantas de adorno cuando se las trasplanta á cajones mayores que permiten que sus raices se estiendan mas. Estas, del mismo modo que las hojas, absorben todos los principios nutritivos, y se desenvuelven con cierto lujo á el cual se sacrifican los órganos de la reproduccion.

Por el contrario, en los árboles enanos, separando parte de las ramas y por consiguiente de las hojas, se impide el que se desarrollen nuevas ramas, y se produce artificialmente un esceso de sustancias nutritivas que sirve para aumentar el número de flores y el volúmen de los frutos.

Este es tambien el objeto que nos proponemos en la poda de las viñas.

Principios alimenticios de los vegetales.

En las plantas anuales, la vegetacion cesa del todo despues que el fruto se ha desarrollado completamente; las ramas se vuelven leñosas, y las hojas cambian de color. Por el contrario, en las plantas vivaces, asi como en los arbustos, en los árboles frutales y de bosque, se establece desde la época citada una nueva vegetacion que dura hasta el principio del invierno; los anillos del tronco continúan formándose, y la madera se vuelve mas compacta y mas dura. Unicamente desde el mes de agosto es cuando el ácido carbónico absorbido por las hojas deja de emplearse en el crecimiento del vegetal, pero prepara una provision de sustancias nutritivas para el año siguiente: entonces en vez de leñoso se forma almidon que la savia de agosto conduce

á todas las partes de la planta (1). Segun las observaciones de HEYER, es fácil percibir con el auxilio de un buen microscopio, este almidon colocado en el cuerpo leñoso bajo la forma que le es propia. La corteza de ciertos álamos y pinos (2) abunda tanto en fécula, que se puede estraer esta por la trituracion, lavándola despues con agua como se hace con la fécula de patatas. Se la encuentra tambien en la cepa y cabellera de la raiz de las plantas vivaces.

Es suficiente que se anticipen los frios del invierno ó que haya un cambio repentino de temperatura para que deje de formarse esta provision alimenticia, y no llegue la madera al estado que le es propio. La viña nos ofrece un ejemplo bien conocido de los accidentes de esta especie.

Este almidon es la materia que en la primavera dá orígen á el azúcar y goma, que á su vez producen los principios no nitrogenados de las hojas y de los renuevos. Hé aqui por qué en la patata la proporcion disminuye á medida que el tubérculo germina; por igual razon el azúcar disminuye poco á poco en el jugo del arce al tiempo de desarrollarse las yemas, las hojas y las flores.

Ampliaremos nuestras consideraciones: un mimbre, cuyo leñoso abunda en granos feculentos, echa raices y hojas en el agua destilada y en la de lluvia; pero á medida que crece, la cantidad de almidon vá siendo menor. Esta sustancia ha servido evidentemente para la nutricion de los órganos.

Ademas, HEYER, director de las aguas y bosques del distrito de Giessen, ha observado que cuando los mimbres vegetan en el agua de nieve, que como hemos visto anteriormente contiene amoniaco, producen raices tres ó cuatro veces mas largas que en el agua pura y destilada. El agua de lluvia con que se hicieron las esperiencias se enturbió poco á poco, y tomó un color amarillento; por el contrario, el agua destilada permaneció clara.

---

(1) HARTIG. *Journal f. prakt. Chemie. par Erdmann et Schweiger-Seidel*, T. V, 217, *año* 1835.

(2) Se sabe que en Suecia en los tiempos de escasez se emplea la corteza de de pino para hacer pan.

La caña de azúcar, en la época de la florescencia, pierde igualmente una parte de la sustancia sacarina. Respecto á las remolachas es evidente que el azúcar no se acumula en la raiz hasta despues que se han desarrollado completamente las hojas.

Estas observaciones, tan bien establecidas, alejan todo género de duda acerca de la parte que toma el azúcar, el almidon y la goma en el desarrollo de las plantas; asi es como se esplica de un modo el mas claro, porque estos tres principios conducidos á la planta desarrollada no contribuyen en nada á su crecimiento y nutricion.

Háse comparado el almidon que se acumula en las plantas en el otoño, á la grasa de los animales que pasan el invierno en una especie de letargo, pero la comparacion es inexacta; en los últimos, todas las funciones vitales, si se esceptúa la respiracion, se hallan suspendidas; asemejándose en esto á una lámpara que arde con suma lentitud, solo necesitan para alimentar la combustion pulmonal una materia que abunde en carbono y en hidrógeno. Cuando salen de este estado, se nota que toda la grasa ha desaparecido; pero no ha servido para la nutricion propiamente dicha, porque ninguna parte de su cuerpo ha aumentado de masa ni ha esperimentado ninguna modificacion sensible.

Las plantas anuales producen y recogen los principios nutritivos para el individuo que ha de desarrollarse, del mismo modo que las plantas vivaces; estos principios depositados en la semilla bajo la forma de albumina, de almidon y de goma, al tiempo de germinar aquella, sirven para el desarrollo de las raicillas y hojas primordiales, y solo cuando se han formado estos órganos es cuando principia la nutricion propiamente dicha de la planta y el aumento de la masa de esta.

Ademas, cada gérmen y cada yema de una planta vivaz penetra en ella como el embrion de un individuo nuevo, y representa el alimento que se habia acumulado en el tallo y en la raiz.

Hablando con propiedad no puede darse el nombre de sustancias nutritivas sino á aquellas, que absorbidas del esterior, ademas de mantener todas las funciones vitales de la planta,

pueden ser destinadas por los órganos á la produccion de los principios que les son propios.

En los animales, la sustancia de sus músculos y de sus nervios proviene de la sangre; esta sostiene el acto de la respiracion con uno de sus elementos, y con los demas concurre á otras diferentes funciones vitales. Cada parte del cuerpo se alimenta independientemente de las demas; sin embargo, la sanguificacion es una funcion esencial sin la que la vida no podria concebirse. Paralícense los órganos generadores de la sangre é inyéctese sangre en las venas del animal, la muerte será el resultado si la cantidad escede de cierto límite. Por igual razon, si fuese posible introducir en un árbol el leñoso en disolucion, se obtendrian los mismos resultados que si se hiciese vegetar una planta tuberculosa en engrudo de almidon.

Las hojas son las que deben engendrar el almidon, el leñoso y el azúcar; introduciendo estas sustancias en el vegetal por la raiz, se alteran evidentemente las funciones de las hojas, y si en este caso la asimilacion no puede tomar otra forma, la planta perece indispensablemente. En general, para que el almidon, el azúcar y la goma puedan tomar parte en el desarrollo de los gérmenes, de las raicillas y de las hojas, es preciso que la planta contenga ademas otras sustancias. Asi es, que un grano de trigo contiene en su masa los principios que deben formar el germen y las primeras fibrillas, y segun parece hasta en la proporcion necesaria para su desarrollo. Si se supone que estos principios sean precisamente el almidon y el glúten, es evidente que no será uno de ellos en particular, sino que ambos reunidos tomarán parte en la formacion de los gérmenes y de las raices; porque uno y otro se metamorfosean en presencia del aire y de la humedad con el auxilio de una temperatura conveniente. El almidon trasformandose en tal caso en azúcar, y el glúten pasando tambien al estado soluble, adquieren la facultad de obedecer á toda especie de movimiento. Ambos sirven, hasta que desaparecen, para formar las fibrillas y las primeras hojas; pero si el uno se halla en esceso la porcion supérflua quedará sin tomar parte.

Sabemos que en la germinacion de los cereales, la trasfor-

macion de la fécula en azúcar se atribuye á una materia particular llamada *diástasa*, que se produce en los primeros actos de la vegetacion. El glúten puede suplir su accion, pero el efecto entonces es mas lento. En todo caso, la semilla germinada contiene mas principio activo que el que se necesita para trasformar en azúcar el almidon contenido en ella; porque con una parte de cebada germinada se puede convertir en azúcar un peso de almidon cinco veces mayor.

A la verdad, no podria considerarse este esceso de diástasa como accesorio, porque unida al almidon toma parte en la formacion de los primeros órganos y desaparece asi que se produce el azúcar.

El ácido carbónico, el amoniaco y el agua son los principios nutritivos de las plantas despues de su desarrollo; pero el almidon, el azúcar y la goma, son los que suministran al embrion los principios necesarios para el desarrollo de los órganos nutritivos, si se hallan acompañados de una materia nitrogenada.

El feto se alimenta, el huevo se desarrolla de un modo diferente que el animal que ha abandonado su madre; la falta de aire, que no es un inconveniente respecto al primero, priva de la vida al segundo; del mismo modo, el agua pura es mas provechosa á la tierna planta que el agua saturada de ácido carbónico, pero pasado un mes sucede lo contrario (SAUSSURE).

La formacion del azúcar en las diferentes especies de arce no se verifica en la raiz, sino en el cuerpo leñoso. La proporcion de azúcar de la savia aumenta cuando esta asciende hasta cierta altura del tronco, pasada la cual ya no cambia.

Asi como en la germinacion de la cebada se produce una sustancia en contacto con la cual el almidon se hace soluble y se convierte en azúcar, es preciso que en las raices del arce, cuando principia una nueva vegetacion, se produzca una sustancia que disuelta en el agua, atravesando el cuerpo leñoso, efectúe la trasformacion del almidon ó de algun otro cuerpo que se halle depositado. Asi es, que introduciendo azúcar en una incision practicada en el tronco y cerrándola inmediata-

mente, podemos estar seguros de que se disolverá en la savia ascendente, y es probable que sea destinado á los mismos usos que el que se ha formado en el tronco. En todo caso, puede afirmarse que la introduccion de este azúcar no impide el que la savia egerza su accion sobre la fécula; únicamente, como habria en el árbol mas azúcar que la que consumirian las hojas y las yemas, el escedente se separaria atravesando las hojas ó la corteza.

Ciertas enfermedades de los árboles, entre ellas la llamada el *mielat*, provienen evidentemente de la falta de proporcion entre las materias nitrogenadas y no nitrogenadas que han absorbido.

Cualquiera que sea la forma que presenten los principios elaborados por la planta, parece que en ningun caso pueden reparar la pérdida que la misma ha esperimentado, ni tampoco el aumento de su masa. El azúcar, la goma y el almidon no alimentan las plantas, asi como el ácido úlmico, que por su composicion se aproxima mucho á estas sustancias.

Examinando cuidadosamente los órganos de los vegetales, se hallará que cada fibra y cada partícula de leñoso está rodeada de savia en la que existe una materia nitrogenada; que los granitos de fécula y el azúcar se hallan colocados en células formadas tambien por una sustancia nitrogenada y finalmente que el jugo de todas las flores contiene una sustancia, en la cual entra el nitrógeno acompañada de una materia no nitrogenada.

El leño del tronco no puede formarse en las hojas; pero estas deben poseer la facultad de producir una materia propia para trasformarse en dicha sustancia, y esta, en estado de disolucion, debe hallarse siempre asociada á una combinacion nitrogenada. Es muy probable que la madera y la gliadina, el almidon y el tegido celular se formen simultáneamente los unos al lado de los otros, y en este caso una proporcion definida de cada uno de estos principios es una condicion esencial de su formacion.

En circunstancias iguales, las sustancias producidas por las hojas no podrán ser asimiladas sino en proporcion de la canti-

dad de nitrógeno que haya en el acto; si este elemento falta, cierta porcion de la materia no nitrogenada aparece como inútil y es escretada por las hojas, por las ramas, por la corteza ó por las raices. A esta clase de fenómenos deben sin duda su orígen las exudaciones de manita, de goma y de azúcar que se ven en las plantas perfectamente sanas (1).

Estos fenómenos tienen mucha analogía con la digestion de los animales: en efecto para que cada parte del cuerpo recupere lo que ha perdido por la respiracion y espiracion, es preciso ofrecer á los órganos digestivos una proporcion determinada de alimentos nitrogenados y no nitrogenados.

Si hay esceso de materias no nitrogenadas, estas producen la grasa ó atraviesan los órganos sin esperimentar alteracion. Este último efecto se nota particularmente en los hombres que se alimentan casi solo con patatas; sus materias fecales contienen una cantidad considerable de granitos de almidon no alterado; pero esto no sucede, cuando se come á la vez, en la proporcion conveniente, carne y una materia que contenga glúten, pues en este caso se asimila la fécula.

Un caballo alimentado con patatas y heno apenas conserva su vigor, pero si ademas de las patatas se le dá pan y avena se hallará en el mejor estado.

Segun esto es evidente, que los productos preparados por los órganos de una planta pueden variar mucho segun la cantidad de alimentos que se les suministre. Un esceso de carbono introducido por las raices, bajo la forma de ácido carbónico, no se trasformará en glúten, en albumina ni en leñoso, ni tampoco en ninguna otra sustancia peculiar de cada órgano, si no concurre el nitrógeno; pero será escretado por la planta bajo la forma de azúcar, de almidon, de aceite, de cera, de resina, de manita ó de goma, ó quedará en las células ó vasos bastante espaciosos para contenerle.

---

(1) TRAPP abogado en Giessen posee un *clerodendron fragrans*, que tiene en una habitacion, cuyas glándulas foliares han segregado en setiembre último, unas gotas gruesas incoloras, que por la evaporacion produgeron unos cristales muy regulares de azúcar; sin embargo dudo que la savia de la planta contuviese el azúcar formado.

Un esceso de alimentos nitrogenados producirá por consecuencia un aumento de albumina vegetal, de glúten y de gliadina; la sávia retendrá las sales amoniacales, si, como se practica en el cultivo de las remolachas, se abona el terreno con un estiercol muy nitrogenado ó se suprime la absorcion atmósferica deshojando las plantas.

Las ananas silvestres apenas son comestibles; cultivadas en un terreno bien abonado, la planta abunda mas en follage, pero no por esto el fruto es mas azucarado. Las patatas cultivadas en un terreno abundante en humus, son farinosas porque contienen mas fécula; y si se abona el terreno con un buen estiercol, el número de células aumenta y la proporcion de fécula disminuye; lo que hace que los tubérculos sean mas jabonosos.

Esto mismo sucede con las remolachas cuando se las cultiva en un terreno árido y arenoso, en cuyo caso contienen el máximun de azúcar y carecen de sales amoniacales. Por el contrario en las tierras abonadas con humus, ciertas especies de nabos (1) pierden su naturaleza farinosa por la misma razon que las patatas.

La produccion anormal de ciertos principios vegetales supone en las hojas una facultad asimilativa que debe ser mas enérgica que toda accion química imaginable. Para formarnos una idea de su potencia, no hay mas que recordar que escede á la bateria eléctrica mas poderosa, con cuyo aparato es casi imposible descomponer el ácido carbónico. La afinidad del cloro para el hidrógeno y su facultad de descomponer el agua bajo la influencia de los rayos solares y de espulsar el oxígeno, no supone nada en comparacion de la fuerza con que una hoja separada de la planta descompone aun el ácido carbónico que habia absorbido.

Influencia de la luz en la vegetacion.—Créese generalmente que la luz solar no puede descomponer el ácido carbónico en las hojas, sino cuando las hiere directamente, y que la luz reflejada ó difusa carece de esta propiedad. Esto es un error,

---

(1) Particularmente el nabo de Teltów que se cultiva en Bradenburgo.

porque en un número considerable de plantas se producen los mismos principios cuando se hallan espuestas á la luz radiante que á la luz difusa; verdad es que estas plantas han menester de la luz para desempeñar sus funciones, pero importa muy poco el que reciban directamente los rayos solares; únicamente á la luz radiante las funciones se verifican con mas enerjía y prontitud, del mismo modo que en las acciones químicas, en las cuales el efecto es mas ó menos rápido, segun la intensidad de la luz. Asi es que, el cloro y el hidrógeno se unen para formar ácido hidroclórico; á la luz ordinaria del dia la combinacion se efectua en el espacio de algunas horas, efecto que se produce instantáneamente y con esplosion violenta á la luz radiante; en la oscuridad, la mezcla de estos dos gases no esperimenta la menor alteracion.

El aceite del gas oleífico, puesto en contacto con el cloro bajo la influencia de los rayos solares, produce instantáneamente el cloruro de carbono; se forma tambien en la luz difusa, pero en este caso exije mas tiempo. Cuando se hace esta esperiencia á la luz solar, solo se forman dos productos que son el ácido clorohídrico y el cloruro de carbono; pero si se opera á la luz difusa se forma una série de combinaciones intermedias, en las cuales la proporcion de cloro aumenta progresivamente, hasta que por último todo el aceite se trasforma en dos productos absolutamente idénticos á los que se obtienen por medio de la luz directa. En la oscuridad la accion entre estos dos cuerpos es nula.

A la luz difusa el ácido nítrico se descompone en oxígeno y ácido hiponítrico, y el cloruro de plata se ennegrece como á la luz solar: otras muchas acciones análogas se producen del mismo modo en la luz difusa, que en la luz directa; la única diferencia que se nota, es en el tiempo que dura la reaccion. Lo mismo debe suceder en las plantas; todas ellas, como nos lo prueban sus partes constituyentes, se nutren del mismo modo.

Como quiera que sea, si la cantidad de ácido carbónico absorbido por la planta no escede de la que las hojas pueden descomponer, se metamorfosea completamente: si hay esceso,

la planta perece como ya hemos dicho. Hasta cierto punto la presencia del nitrógeno no es de una necesidad absoluta para la descomposicion del ácido carbónico.

Todas las esperiencias demuestran que las hojas verdes separadas de la planta, y colocadas en agua que contenga ácido carbónico, desprenden oxígeno bajo la influencia de los rayos solares, al propio tiempo que el ácido carbónico desaparece en el líquido.

En este caso el nitrógeno no se halla en presencia del ácido carbónico. Esto prueba que para que las hojas llenen una de sus principales funciones, no necesitan la presencia del nitrógeno, aunque, para la asimilacion de los nuevos productos formados por la descomposicion del ácido carbónico, la concurrencia del nitrógeno parece es indispensable.

El carbono del ácido carbónico toma en las hojas una forma nueva, bajo la cual es soluble y apto para distribuirse en todas las partes de la planta. Dase á los nuevos productos el nombre de azúcar cuando tienen un sabor dulce; el de goma ó de mucílago cuando son insípidos, y finalmente el de materias escrementicias cuando son espelidos por las raices, por los pelos ó las glándulas de las hojas, etc.

Segun esto, es claro que la proporcion de sustancias nutritivas absorbidas simultáneamente por la planta podrá hacer que varie la cantidad y naturaleza de los productos de la vegetacion.

Todas las partes de una planta no cultivada se desarrollan en proporcion de las sustancias nutritivas suministradas por el suelo.

Poco importa que el terreno sea árido, ó pingüe y fertil; esta operacion llega siempre á su término; las diferencias solo se notan en la altura del vegetal y en el número de tallos, ramas, hojas, flores y frutos.

Cuando abundan las materias necesarias para el desarrollo de los órganos, la proporcion de los principios nitrogenados ó no nitrogenados que producen cambia segun que las sustancias nutritivas nitrogenadas ó no nitrogenadas predominan en el terreno.

El desarrollo de los tallos, de las hojas, de las flores y de los frutos, se halla estrechamente unido á ciertas condiciones, cuyo conocimiento nos permite modificar y aun aumentar la proporcion de ciertas partes constituyentes. La investigacion de estas condiciones debe ser el objeto del naturalista, pues ellas son las que le enseñarán á fijar con exactitud las reglas de economía rural.

En ningun ramo de industria han dado tan buenos resultados y tan prontos la aplicacion de estos principios como en la agricultura, arte tan noble y tan util; y apesar de todo esto los escritos de los agrónomos y de los fisiólogos no nos indican un solo precepto capaz de guiarnos con seguridad.

Por dó quiera se encuentran diferencias en los métodos de agricultura y si se pregunta la causa de esta variedad, la contestacion es que las circunstancias son las que obligan á dividir el terreno en hojas; indicio manifiesto de ignorancia y de rutina.

Influencia de los abonos.—Los autores mejor informados convienen en que carecen absolutamente de conocimientos exactos acerca del modo con que obran los abonos. En resumen se dice que los escrementos del hombre y de los animales contienen un principio desconocido que alimenta los vegetales y aumenta su masa. Pero adoptando esta opinion se ha dejado de investigar la naturaleza de este principio.

Ademas de las condiciones generales para el desarrollo de las plantas, en circunstancias iguales, tales como la luz, la humedad, la temperatura y principios atmósfericos, existen todavia otras que influyen sobre ciertas familias particulares. Estas condiciones especiales residen unas veces en el terreno, y otras en las materias que se presentan á las plantas por medio del abono.

Pero examinemos la composicion del terreno y de los abonos; punto que es preciso estudiar antes para poder establecer racionalmente los principios de economía rural. Para conseguir este objeto son indispensables los conocimientos del fisiólogo, del agrónomo y del químico.

El objeto principal de la agricultura es producir, en las

circunstancias mas ventajosas, cierta cantidad ó un máximum de principios ó de órganos vegetales útiles á la economía doméstica ó á la industria; se consigue el indicado objeto haciendo aplicacion de nuestros conocimientos acerca de la naturaleza y de la formacion de las materias nutritivas esenciales á las plantas.

Siguiendo una marcha racional en el cultivo, llegaremos á suministrar precisamente á cada planta lo que sus órganos exigen para ejercer todas sus funciones.

Las sustancias nutritivas que se han de presentar á las plantas deben variar segun las partes de estas que se quieren multiplicar. Asi es, que los medios que se emplean para producir la paja fina y flexible que se destina para fabricar los sombreros de Italia, son enteramente contrarios á los de que es necesario hacer uso para que la planta produzca el máximum de semilla, y en esta se forme el máximun de nitrógeno. Finalmente, hay que llenar otras condiciones cuando se quiere que la paja sea gruesa y dura, á fin de que pueda sostener el peso de la espiga.

El procedimiento que se sigue en el cultivo de los vegetales tiene la mayor analogía con el de que hacemos uso para cebar los animales. Por esta razon la carne de ciervo, la de cabrito, y en general toda la caza carece de grasa, asi como tambien la carne muscular de los caballos árabes; pero se puede aumentar la masa como entre los animales domésticos. Estos contienen mas grasa porque se les alimenta con sustancias capaces de exaltar la actividad de ciertos órganos y que son susceptibles de trasformarse en cuerpos grasos, ó porque se les dá una cantidad mayor de sustancias alimenticias, ó finalmente, porque se hace que la respiracion sea mas lenta, privándoles del movimiento. Las aves exigen para este objeto otras condiciones que los cuadrúpedos: sabemos, por ejemplo, que dándoles cierta cantidad de polvo de carbon aumenta estraordinariamente el volúmen del hígado hasta el punto de hacerlas perecer.

En las plantas, la exaltacion ó debilidad en la actividad vital depende únicamente del calor y de la luz solar, condiciones de que no podemos disponer á voluntad; lo único que está

en nuestra mano es suministrarles las materias que son propias para que los órganos las asimilen bajo la influencia de la actividad ya desenvuelta.

Pero ¿qué materias son estas?

Se las puede descubrir con facilidad, examinando un suelo que permanezca constantemente fértil, cualquiera que sean las condiciones del terreno y las de la atmósfera á que se halla sometido; investigando su composicion y caractéres, nos hallaremos precisamente en el caso de conocer las causas á que debe su fertilidad. Al agrónomo es á quien pertenece estudiar las consecuencias que se derivan de sus caractéres, y al químico resolver las cuestiones que estan enlazadas con su composicion.

Solo podemos ocuparnos en este lugar de las últimas.

El suelo en que crecen las plantas se ha formado por la disgregacion de ciertas rocas; sus propiedades dependen segun esto de los principios que predominan en estas últimas. La arenisca, la caliza y la arcilla son los que se encuentran en mayor cantidad.

La arenisca y la caliza pura, en las cuales no hay otras materias minerales que la sílice y el carbonato ó el silicato de cal, son completamente estériles.

En todas las circunstancias, la arcilla constituye una parte esencial de los terrenos fértiles.

¿De dónde procede esta arcilla? ¿Cuáles son sus elementos, y qué parte toma en la vegetacion?

La arcilla resulta de la disgregacion de los minerales aluminosos entre los cuales figuran en primera línea los diversos feldespatos de base de potasa, de sosa (albita) ó de cal (piedra del labrador), las micas y las zeolitas. Estos minerales son los que constituyen las rocas de granito, de gneiss, de micasquisto, de pórfido, de esquisto arcilloso, de grawacke, de basalto, de klingstein ó piedra sonora y de lava.

El grawacke contiene una porcion considerable de cuarzo puro, de esquisto arcilloso y de caliza; en las areniscas, el cuarzo y la arcilla de alfarero constituyen la parte esencial.

La caliza de transicion y las dolomías representan mezclas

de arcilla, de feldespato, de feldstein-pórfido y de esquisto arcilloso; el zechstein se distingue igualmente por la mucha arcilla que contiene.

La caliza del Jura contiene de 3 á 20 por ciento de arcilla, y la de Rauhalp (Wurtemberg) de 45 á 50. El mármol conchífero y la caliza grueso-granosa contienen tambien mas ó menos arcilla.

Segun esto, los minerales arcillosos se hallan con mucha profusion en el globo. Nunca falta la arcilla en los terrenos fértiles, ni tampoco en los que son apropósito para el cultivo, á no ser que alguno de sus componentes se halle remplazado por otros principios. Existe en ella evidentemente una causa que influye sobre la vida de las plantas y toma una parte directa en su desarrollo, la cual no puede ser otra que la potasa y la sosa que contiene constantemente.

La alúmina de las arcillas no toma sino una parte indirecta en la vegetacion, á causa de la propiedad que posee de atraer y retener el agua y el amoniaco. Rara vez se encuentra en las cenizas de los vegetales, pero siempre se halla la sílice, que en la mayor parte de los casos pasa á la planta por el intermedio de un álcali.

Para formarse una idea exacta de la cantidad de álcali contenido en una arcilla, es preciso recordar que el feldespato contiene 17,75 por 100 de potasa; la albita 11,43 de sosa; de 3 á 5 la mica, y las zeolitas de 13 á 16 de una mezcla de álcalis.

Segun las análisis exactas de CH. GMELIN, LOEWE, FRICKE, MEYER y REDTENBACHER, sabemos que los klingsteins y los basaltos contienen de $\frac{3}{4}$ á 3 por 100 de potasa y de 5 á 7 de sosa; el esquisto arcilloso de 2,75 á 3,31 de potasa, y la arcilla de $1\frac{1}{2}$ á 4 por 100 de potasa.

Si partiendo del peso específico de estas diversas rocas se calcula la cantidad de potasa que existe en una tierra que provenga de la disgregacion de una capa de roca del espesor de 20 pulgadas y de 2500 metros (3090 varas) de superficie, tendremos:

Terreno procedente del feldespato.	576,000 kil.	(1251918 libras).
— del klingstein.	100,000 á 200,000 kil.	(217347 á 434694 libras).
— del basalto....	23,750 á 375,000 kil.	(51619 á 815051 libras).
— del esquisto arcilloso......	50,000 á 100,000 kil.	(108673 á 217347 libras).
— de la arcilla...	43,500 á 150,000 kil.	(94545 á 326020 libras).

La potasa es una parte constituyente de todas las arcillas; segun FUCHS existe aun en las margas. Se ha encontrado en todas aquellas en que se la ha buscado, tanto en las arcillas de las rocas de transicion como en las de las secundarias. Segun MITSCHERLICH se puede demostrar su presencia en los terrenos recien formados de las inmediaciones de Berlin, tratando las rocas por el ácido sulfúrico, evaporando el líquido hasta sequedad, y estrayendo el alumbre producido.

Los fabricantes de alumbre saben que las legías contienen siempre cierta cantidad de alumbre formado, cuya potasa proviene de las cenizas aluminosas, resíduo de la lignita y del carbon de piedra.

Hallándose la potasa con tanta profusion, se concibe muy bien como es tan comun en los vegetales. Compréndese tambien, por qué se ha vacilado tan poco en esplicar la existencia de esta sustancia, admitiendo que los oxidos metálicos podian ser engendrados por la vegetacion y provenir por lo tanto de la atmósfera. Esta opinion ha hallado partidarios, aun despues de haberse perfeccionado los procedimientos analíticos. Todavía se encuentran en el dia absurdos de esta clase en los escritos de varios fisiólogos: se creeria uno trasladado realmente á la época en que se consideraba la silice como creta endurecida, y se contentaban con esplicar todo aquello que aparecia oscuro por falta de investigaciones, con hipótesis mas oscuras todavia.

Un milésimo de arcilla mezclado con el cuarzo de la arenisca abigarrada ó con la cal de cualquiera de las especies de caliza, suministra á una capa de tierra de 20 pulgadas de es-

pesor la cantidad suficiente de potasa para que todo un bosque de pinos se alimente por espacio de un año entero.

Un solo pie cúbico de feldespato cede la cantidad de potasa necesaria, por espacio de cinco años, á un bosque de robles de la estension de 2500 metros (3090 varas).

En los terrenos dotados del máximum de fertilidad, la arcilla se halla mezclada con otras rocas disgregadas, asi como tambien con la caliza y con la arena, en tal proporcion que dá paso, hasta cierto punto, al aire y á la humedad.

El terreno de las inmediaciones del Vesubio puede considerarse como el tipo de los terrenos fértiles; se observa en él que á medida que disminuye la proporcion de arena ó de arcilla decrece su fertilidad. Por otra parte, su orígen igneo no permite suponer el menor indicio de materia vegetal, y no obstante nadie ignora, que si las cenizas volcánicas han quedado por cierto tiempo espuestas á la influencia del aire y de la humedad, todos los vegetales llegan á el mayor grado de prosperidad.

Luego es preciso atribuir este efecto á los álcalis que contiene, los cuales por la disgregacion de la roca, se hacen aptos, poco á poco, para la asimilacion.

Todas las rocas han exigido siglos enteros para convertirse en terrenos cultivables, y ¿cuántos siglos habrán de pasar hasta que toda su arcilla se disgregue, es decir, hasta que pierda todo el álcali?

Las sustancias que tiene disuelta el agua de los rios y de las fuentes nos dá á conocer cuán pequeña es la cantidad de materia que el agua de lluvia disuelve en el espacio de un año, pues como sustancias estrañas apenas se encuentran en ella mas que la sal comun, lo que prueba tambien que las materias conducidas al Océano por los rios, son devueltas á la tierra por los vientos que soplan del mar y por la lluvia.

La misma naturaleza nos indica las condiciones primitivas necesarias para el desarrollo de cada parte de la planta. Asi es que BECQUEREL ha demostrado, que las semillas de las gramíneas, de las leguminosas, de las cruciferas, de las chicoriaceas, de las umbelíferas, de las coníferas y de las cucurbitá-

ceas, escretan ácido acético durante su germinacion. Del mismo modo, TH. DE SAUSSURE ha observado que las hojas primordiales, asi como los primeros renuevos, dan una ceniza que contiene tanta cantidad de sales alcalinas como las hojas perfectamente desarrolladas.

Las esperiencias de BECQUEREL nos han dado á conocer el modo como estas sales alcalinas llegan á la planta: el ácido acético formado por la germinacion se esparce por el suelo húmedo, se satura de álcalis, de cal y de magnesia, y es reabsorbido por las espongiolas bajo la forma de sales neutras.

Despues que ha muerto el vegetal, cuando las partes de él esperimentan los fenómenos de la putrefaccion y de la eremacausia, la tierra recobra lo que le habia sido separado.

Representémonos un terreno formado por la disgregacion de las rocas de granito, de grawacke, de zechestein ó de porfido, en el cual la vegetacion no ha cambiado por espacio de siglos; este suelo será evidentemente un reservatorio de álcalis, que se hallarán en un estado propio para la asimilacion.

Las bellas esperiencias de STRUVE han demostrado que los manantiales acídulos que contienen ácido carbónico descomponen las rocas en que existen álcalis y se satura den este modo de carbonatos alcalinos. Es claro que las mismas plantas producen este efecto con no menos energía cuando al descomponerse, despues de la muerte, dan orígen á el ácido carbónico, ó cuando durante la vida sus raices escretan ácidos.

El agua, el aire y las variaciones de temperatura preparan las rocas de tal modo que sus álcalis pueden ser asimilados por las plantas. Por pequeña que sea la cantidad de álcali que exige el vegetal, es sin embargo indispensable para su desarrollo.

En un terreno que por espacio de siglos ha estado espuesto á todas las causas de disgregacion, pero del que no han sido separados los álcalis, todos los vegetales que para su desarrollo exigen cantidades considerables de álcali, podrán alimentarse por mucho tiempo. Sin embargo, se esteriliza poco á poco, si las pérdidas en álcali no se reemplazan preparando nuevamente el terreno.

Los primeros colonos de la Virginia hallaron en este pais un terreno preparado en esta forma: sin necesidad de abonarle recolectaron por espacio de un siglo, granos y tabaco; y en el dia estos mismos terrenos se hallan abandonados y trasformados en eriales estériles, en los cuales no puede obtenerse cosecha de las indicadas producciones sino por medio de los abonos; lo que se esplica fácilmente.

Cada fanega de sembradura de este terreno ha perdido en el espacio de cien años, por la absorcion de las hojas, de las semillas y de la paja, mas de 1200 kil. (2608,164 libras) de álcali, y se ha esterilizado porque estas pérdidas no han sido reemplazadas proporcionalmente por efecto de la disgregacion gradual.

En este estado de preparacion incompleta, es en el que se encuentran en general las tierras que se cultivan en Europa; por cuya razon es indispensable dejarlas algun tiempo de *barbecho* para suplir esta falta.

Es un error, segun esto, el atribuir á la falta de humus lo que es un efecto de la pérdida de álcali que ha esperimentado el terreno.

Traslademonos ahora á las inmediaciones de Nápoles, tan notables por la abundante cosecha de cereales que se recolecta en ellas. Las villas y aldeas se hallan á la distancia de 6 á 8 leguas; por otra parte hay pocos medios de comunicacion; el uso del estiercol es casi desconocido, y no obstante, desde una época remota se cultivan los cereales sin restituir al terreno lo que se le ha quitado. ¿Se puéde atribuir todavia á el humus en este terreno una influencia sensible despues de tantos siglos, cuando hasta se ignora si alguna vez ha hecho parte de él?

El método que se sigue en estos paises para cultivar los campos esplica perfectamente esta fertilidad, aunque segun nuestros agricultores sea el peor de todos. Se deja descansar la tierra cada tercer año, y en este intérvalo produce un abundante pasto á los animales domésticos. Entonces no esperimenta otra accion que la que ejercen el aire y la temperatura, por cuyo medio cierta cantidad de los álcalis que contiene queda dispuesta para la asimilacion.

la magnesia ó por la sosa; sin embargo, estos cuerpos son insuficientes.

En todas las cenizas vegetales que se han sometido á la análisis, se ha encontrado ácido fosfórico unido á los álcalis y á las tierras alcalinas: la mayor parte de las semillas contienen cierta cantidad; las de los cereales abundan especialmente en fosfato de magnesia. Esta sal es en ellas hasta un principio esencial, sin el cual no pueden llegar jamás á su perfecta madurez.

Todas las tierras cultivables, aun las llanuras arenosas de Luneburgo, contienen fosfatos en cantidad bastante notable; tambien se les ha encontrado en todas las aguas minerales que se han analizado con escrupulosidad.

Los bancos de galena mas próximos á la superficie de la tierra contienen fosfato de plomo cristalizado; el esquisto siliceo que forma tambien bancos tan poderosos, se halla tapizado con frecuencia de fosfato de alumina (wawelita). Finalmente, encuéntrase igualmente el fosfato de cal (apatita) en las piedras volcánicas del lago de Laach.

El ácido fosfórico pasa del suelo á las semillas, á las hojas y á las raices, y de estas á los órganos de los animales, en los cuales contribuye á la formacion de los huesos y á la de los principios fosforados del cerebro. Por medio de las carnes, del pan y de las legumbres, se introduce en el cuerpo mucho mas fósforo que el necesario, y el escedente es espelido con la orina y con las materias fecales.

Podemos formarnos una idea de la gran cantidad de fosfato de magnesia que existe en el trigo, con solo tener presente que las concreciones que se forman en el ciego de los caballos alimentados con heno y avena, están compuestas casi esclusivamente de fosfato de magnesia y de amoniaco (1).

Ademas de la silice, de la potasa y del ácido fosfórico, las

---

(1) Se han estraido del intestino recto de un caballo de molinero, que habia muerto en Eberstadt, 29 cálculos que pesaban 1½ kil. (3,269 libras). Ha tiempo que F. SIMON describio un cálculo que pesaba 700 gramos (1,521 libras) procedente de un caballo de carretero.

plantas reciben del suelo otras varias sustancias y particularmente sales. Es probable que estas puedan reemplazar en parte los principios de que acabamos de hablar; bajo este respecto la sal comun, el sulfato y el nitrato de potasa y el cloruro de potasio, que se encuentran en ciertas plantas, segun parece, son principios necesarios. Los esquistos arcillosos contienen por lo comun óxido de cobre; la micaquisto contiene generalmente fluoruros; las cantidades de estos dos últimos cuerpos que se encuentran en las plantas son tan pequeñas que no podemos afirmar que les sean indispensables.

En ciertos casos el fluoruro de calcio parece reemplaza el fosfato de cal en los huesos y en los dientes. Al menos, no podria esplicarse de otro modo, porque la presencia constante de este fluoruro en los huesos de los animales antidiluvianos puede servir para distinguirlos de los de las razas posteriores. Los huesos de los cráneos humanos hallados en Pompeya contienen tanto fluoruro de calcio como los huesos de los animales antidiluvianos. Si despues de reducidos á polvo se vierte ácido sulfúrico y se tapa el vaso que contiene la mezcla, se observa que las paredes de éste se hallan fuertemente atacadas (LIEBIG). Segun BERZELIUS, los huesos y los dientes de los animales de nuestra época contienen pequeñísimas cantidades de esta combinacion.

Ademas se presenta todavia otra circunstancia notable en el desarrollo de las plantas. SAUSSURE ha observado que la cantidad de los mismos principios que reciben del suelo, varia segun las épocas de su crecimiento. El trigo le ha dado, un mes antes de florecer, $^{79}/_{1000}$ de ceniza; durante la florescencia, $^{54}/_{1000}$ y $^{33}/_{1000}$ despues que ha granado. Es claro que despues de la primera de estas dos épocas ha devuelto al suelo una parte de sus principios orgánicos, pero el fosfato de magnesia queda en la semilla.

Dedúcese de lo que antecede que el barbecho es la época del cultivo en que la tierra queda abandonada á una disgregacion progresiva, bajo la influencia de la atmósfera; de la cual resulta una nueva cantidad de álcali dispuesta á asimilarse.

Cuando se trabaja convenientemente un barbecho, es

descolorándose el agua sensiblemente al mismo tiempo; de suerte que cierta cantidad de escrementos de las leguminosas parecia que habia sido absorbida por los cereales.

Háse concluido de estas esperiencias, que la naturaleza y propiedades de los escrementos que provenian de plantas diferentes eran tambien diferentes, y que unas escretaban materias acres y resinosas, y otras sustancias dulces y gomosas. Luego las unas, segun MACAIRE-PRINCEP, pueden ser consideradas como sustancias venenosas y las otras como materias nutritivas.

A mi parecer, estas esperiencias demuestran la existencia de un principio comun á todas las plantas, es decir, que las raices escretan materias que los órganos no pueden trasformar en leñoso, almidon, albúmina vegetal ó glúten, porque es evidente que estas sustancias, en el hecho de ser escretadas, no son aptas para esta trasformacion. Sin embargo, estas esperiencias no dan mucha fuerza á la teoría de DECANDOLLE, porque no resuelven la cuestion de si estas sustancias provienen del terreno ó si son el resultado de la vegetacion.

No cabe duda en que los escrementos gomosos y resinosos observados por MACAIRE-PRINCEP no existian en el suelo; por otra parte no disminuyendo por el cultivo la cantidad de carbono que existe en el terreno, pues antes bien aumenta, es preciso concluir que todos los escrementos que contienen carbono provienen de las materias alimenticias que la planta absorbe de la atmósfera. Estos escrementos son las combinaciones que se forman á consecuencia de las metamórfosis que esperimentan los alimentos mientras los órganos los asimilan.

La teoría de DE CANDOLLE no es mas que la esplicacion de otra teoría anterior acerca de la division del terreno en hojas ó añadas, segun la cual se supone que las raices de las diversas plantas privan al suelo de los diferentes alimentos, los cuales para cada planta, son de una naturaleza particular y aprojisada para la asimilacion. Segun este modo de ver, las materias no asimilables quedan en el terreno, sin ser absorbidas por el vegetal; pero DE CANDOLLE admite que son espelidas y devueltas al suelo como escrementos.

plantas reciben del suelo otras varias sustancias y particularmente sales. Es probable que estas puedan reemplazar en parte los principios de que acabamos de hablar; bajo este respecto la sal comun, el sulfato y el nitrato de potasa y el cloruro de potasio, que se encuentran en ciertas plantas, segun parece, son principios necesarios. Los esquistos arcillosos contienen por lo comun óxido de cobre; la micaquisto contiene generalmente fluoruros; las cantidades de estos dos últimos cuerpos que se encuentran en las plantas son tan pequeñas que no podemos afirmar que les sean indispensables.

En ciertos casos el fluoruro de calcio parece reemplaza el fosfato de cal en los huesos y en los dientes. Al menos, no podria esplicarse de otro modo, porque la presencia constante de este fluoruro en los huesos de los animales antidiluvianos puede servir para distinguirlos de los de las razas posteriores. Los huesos de los cráneos humanos hallados en Pompeya contienen tanto fluoruro de calcio como los huesos de los animales antidiluvianos. Si despues de reducidos á polvo se vierte ácido sulfúrico y se tapa el vaso que contiene la mezcla, se observa que las paredes de éste se hallan fuertemente atacadas (LIEBIG). Segun BERZELIUS, los huesos y los dientes de los animales de nuestra época contienen pequeñísimas cantidades de esta combinacion.

Ademas se presenta todavia otra circunstancia notable en el desarrollo de las plantas. SAUSSURE ha observado que la cantidad de los mismos principios que reciben del suelo, varia segun las épocas de su crecimiento. El trigo le ha dado, un mes antes de florecer, $^{79}/_{1000}$ de ceniza; durante la florescencia, $^{54}/_{1000}$ y $^{33}/_{1000}$ despues que ha granado. Es claro que despues de la primera de estas dos épocas ha devuelto al suelo una parte de sus principios orgánicos, pero el fosfato de magnesia queda en la semilla.

Dedúcese de lo que antecede que el barbecho es la época del cultivo en que la tierra queda abandonada á una disgregacion progresiva, bajo la influencia de la atmósfera; de la cual resulta una nueva cantidad de álcali dispuesta á asimilarse.

Cuando se trabaja convenientemente un barbecho, es

descolorándose el agua sensiblemente al mismo tiempo; de suerte que cierta cantidad de escrementos de las leguminosas parecia que habia sido absorbida por los cereales.

Háse concluido de estas esperiencias, que la naturaleza y propiedades de los escrementos que provenian de plantas diferentes eran tambien diferentes, y que unas escretaban materias acres y resinosas, y otras sustancias dulces y gomosas. Luego las unas, segun MACAIRE-PRINCEP, pueden ser consideradas como sustancias venenosas y las otras como materias nutritivas.

A mi parecer, estas esperiencias demuestran la existencia de un principio comun á todas las plantas, es decir, que las raices escretan materias que los órganos no pueden trasformar en leñoso, almidon, albumina vegetal ó glúten, porque es evidente que estas sustáncias, en el hecho de ser escretadas, no son aptas para esta trasformacion. Sin embargo, estas esperiencias no dan mucha fuerza á la teoría de DECANDÓLLE, porque no resuelven la cuestion de si estas sustancias provienen del terreno ó si son el resultado de la vegetacion.

No cabe duda en que los escrementos gomosos y resinosos observados por MACAIRE-PRINCEP no existian en el suelo; por otra parte no disminuyendo por el cultivo la cantidad de carbono que existe en el terreno, pues antes bien aumenta, es preciso concluir que todos los escrementos que contienen carbono provienen de las materias alimenticias que la planta absorbe de la atmósfera. Estos escrementos son las combinaciones que se forman á consecuencia de las metamórfosis que esperimentan los alimentos mientras los órganos los asimilan.

La teoría de DE CANDOLLE no es mas que la esplicacion de otra teoría anterior acerca de la division del terreno en hojas ó añadas, segun la cual se supone que las raices de las diversas plantas privan al suelo de los diferentes alimentos, los cuales para cada planta, son de una naturaleza particular y aprojisada para la asimilacion. Segun este modo de ver, las materias no asimilables quedan en el terreno, sin ser absorbidas por el vegetal; pero DE CANDOLLE admite que son espelidas y devueltas al suelo como escrementos.

Ambas teorías esplican igualmente bien, por qué despues que se ha recolectado trigo ó guisantes, etc., no prospera aquel ni estos; pero no dan razon, por qué la tierra se mejora dejándola de barbecho y arándola, y resulta mas rica en materias carbonosas por el cultivo de ciertas plantas, tales como la alfalfa, el pipirigallo, etc.

Escrementos de las plantas.—Los principios de la nutricion de las plantas, y todas las esperiencias agronómicas puestas tan en claro por las investigaciones de MACAIRE-PRINCEP no permiten dudar que las raices de las plantas no exudan realmente las materias con las cuales devuelven á la tierra el carbono que habian recibido, por el intermedio del humus, en el primer periodo de su desarrollo.

Pero estas materias escretadas pueden servir para la nutricion de otra planta? Traslademonos por un momento al terreno de la fisiología animal, y podremos resolver esta cuestion.

Los escrementos de un carnívoro carecen de principios propios para la nutricion de ningun otro; pero es posible que un herbívoro, un pez ó una ave encuentre en ellos materias que puedan alimentarles, á causa de que sus órganos tienen una constitucion diferente de la de los carnívoros. Asi es que, los escrementos de un animal pueden servir de alimento á otro.

Con los alimentos se introducen en la economía animal una porcion de sustancias que no esperimentan alteracion alguna por los órganos; estas son espelidas despues de la digestion, y bajo este respecto son verdaderos escrementos y no escreciones. Estos mismos escrementos podrán ser en parte asimilados y en parte espelidos por otro animal dotado de un sistema digestivo diferente. Las escreciones propiamente dichas son el resultado de las trasformaciones de las materias nutritivas en quimo y en quilo, asi como tambien de las nuevas metamórfosis de estos últimos productos. Las escreciones, segun esto, son unas combinaciones particulares cuyos elementos solo preexistian en los alimentos digeridos por el animal, y son rechazados al mismo tiempo que las materias no digeridas. Segun lo que antecede, es claro que los escrementos estan formados

se destinan á forrage. Esto consiste en que al agua de los arroyos y de los rios contiene óxígeno en disolucion; renovándose continuamente, y penetrando bien la tierra, se pudren con rapidez y de un modo completo los escrementos que estan acumulados. Cuando el agua no contiene oxígeno en disolucion no produce este efecto; porque si esto fuese así, las praderas cubiertas de aguas estancadas serian las mas fértiles; lo que se halla desmentido por la esperiencia.

Principios acerca de la distribucion del terreno en hojas.

Para que un terreno sea á propósito para el cultivo de una planta es preciso que esta encuentre en él todos los principios inorgánicos necesarios para su desarrollo en la cantidad conveniente y en un estado apropiado para que puedan ser asimilados.

Todas las plantas necesitan álcalis; unas, tales como las gramineas en estado de silicatos, y otras en el de tartratos, citratos, acetatos, oxalatos, etc.

Cuando contienen el álcali combinado con la sílice dan por la combustion una ceniza que no desprende ácido carbónico con los ácidos; pero si se halla el álcali unido á los ácidos vegetales, sus cenizas hacen efervescencia con los ácidos.

Hay plantas que exigen la presencia del fosfato de cal, otras la del de magnesia y finalmente las hay que no prosperan si falta el carbonato de cal.

La sílice es la primera sustancia sólida que absorbe el vegetal; es probablemente con la que principia la formacion del cuerpo leñoso; parece que esta sustancia produce el mismo efecto que un grano de polvo, á el cual se adhieren los primeros cristales que se formen en una disolucion salina. La sílice puede hasta tomar la forma del leñoso y aun llenar las funciones de este cuerpo, como lo prueban las equisetáceas y el bambú, en las cuales le reemplaza próximamente, casi como en ciertos líquenes, que en vez de leñoso, contienen oxalato de cal.

Si en un terreno se cultivan sucesivamente diferentes plan-

tas, y la primera de estas le cede los principios inorgánicos necesarios para la segunda, y ésta los que son necesarios para la tercera, este terreno será fértil para todas tres.

Si la primera planta, por ejemplo, es el trigo, que consume un máximum de silicato de potasa, y las que se cultivan despues son de las leguminosas, que solo separan del suelo pequeñas cantidades de potasa, se podrá al cuarto año volver á cultivar ventajosamente el trigo, porque en el trascurso de tres años el terreno no ha dejado de disgregarse y se halla en disposicion de ceder al trigo una cantidad suficiente de silícato de potasa.

Esta misma relacion se observa respecto á los demas principios inorgánicos.

Mientras crece la planta, devuelve al suelo cierta cantidad de materias carbonosas que se trasforman poco á poco en humus, y la mayor parte le ceden tanto carbono como el que reciben en la primera época de su desarrollo bajo la forma de ácido carbónico. Sin embargo aun cuando esta cantidad basta á ciertas plantas para su completo desarrollo, es demasiado pequeña no obstante para suministrarles el máximum de alimento, y para que haya un aumento de productos que es el obgeto de la agricultura.

La cantidad que se obtine de semillas y raices guarda proporcion con las materias nutritivas que se ofrecen al vegetal en la primera época de su desarrollo, bajo la forma de humus y de amoniaco: aquel le suministra ácido carbónico y este nitrógeno. Por lo que toca á lo demas, solo el humus es el que puede producirse artificialmente en las tierras cultivables. Su produccion es uno de los principales objetos que nos proponemos en la division del terreno en hojas; se consigue sembrando el barbecho de trebol, de centeno, de altramuces, de trigo sarraceno, etc. enterrando estas plantas en la época de la florescencia y moviendo la tierra. Las nuevas plantas encuentran por este medio, desde el primer período de su desarrollo, un máximum de sustancias nutritivas, es decir una materia en estado de putrefaccion.

Se consigue el mismo resultado y quizá de un modo mas

completo y seguro, sembrando la tierra de pipirigallo ó de alfalfa; estas plantas como todas las que abundan en follage y en raices, solo reciben del suelo una corta cantidad de materias inorgánicas. Cuando llegan á cierto grado de desarrollo conservan todo el ácido carbónico, y el amoniaco que el aire y las lluvias les han suministrado; lo que no penetra en el suelo lo absorben las hojas. Por medio de estas es como la superficie asimilante de la planta llega á ser cuatro y aun seis veces mayor: las hojas son tambien las que se oponen al desprendimiento del amoniaco, resguardando el suelo al modo que un cobertizo.

A la produccion de la clorofila y de los demas principios de las hojas y de los tallos, sigue inmediatamente una separacion abundante de materias orgánicas que la raiz espele en estado de escrementos, las cuales quedan en la tierra.

Esta acumulacion de materias susceptibles de trasformarse en humus, continua por espacio de muchos años, pero al cabo de cierto tiempo se notan puntos sin vegetacion en los cuales esta habia sido muy vigorosa. Este hecho es fácil de esplicar. En efecto, al cabo de seis ó siete años, la tierra se carga evidentemente de una cantidad tan considerable de estos escrementos, que hasta la menor fibrilla se halla rodeada de ellos; los cuales permanecen disueltos por cierto tiempo, y en este estado son reabsorbidos por la planta en cuyo caso ejercen sobre ella una accion nociva á causa de que son impropios á la asimilacion.

Si se observa atentamente un terreno de esta naturaleza por una serie de años, se nota que los sitios en que no habia vegetacion, se cubren de verdura de la misma planta, al paso que en otros puntos en que la vegetacion era vigorosa, esta aparece mezquina, y poco á poco llegan á esterilizarse: lo que continúa alternativamente.

Las causas de estos cambios de esterilidad y fertilidad son fáciles de comprender. Es evidente que no aumentando los escrementos en los puntos que se han esterilizado, y hallándose espuestos á la intemperie, se pudren con facilidad y dejan por lo tanto de ejercer una influencia perjudicial sobre la vegetacion; la nueva planta, en vez de hallar en aquel sitio sustancias

que contrarien su crecimiento, encuentra el humus, ó lo que es lo mismo, las sustancias vegetales en putrefaccion.

Las plantas que nos suministran las hojas de que nos servimos para alimentar los animales, son sin disputa las mas ventajosas para la produccion del humus; ellas son útiles á todas las especies que se cultivan despues en el mismo terreno, especialmente á aquellas, tales como la colza y el lino, que exigen particularmente la presencia del humus en el primer período de su vegetacion.

Los verdaderos principios acerca de la division del terreno en hojas están fundados, segun esto, en la produccion artificial de este humus y en la eleccion razonada de las plantas que han de cultivarse sucesivamente en un mismo terreno. Repito, que si las plantas que se cultivan en un terreno se suceden de tal manera, que cada una prive al suelo de ciertos principios y deje al mismo tiempo otros que sean necesarios para el desarrollo de una segunda y de una tercera especie, la division del terreno en la forma indicada dará los resultados mas ventajosos.

Puédese en verdad, por medio de un cultivo conveniente, aumentar poco á poco la cantidad de humus en un terreno, pero despues que ha producido algunas cosechas, disminuyen en él constantemente ciertos principios, y solo suministrándoselos por un medio cualquiera es como puede conservarse su fertilidad. Los medios de que nos servimos para conseguir este objeto son los *abonos*.

De los abonos.

Si consideramos que cada parte del cuerpo humano y de los animales debe su origen á las plantas, y que ninguno de sus elementos puede formarse por la influencia vital, deduciremos que todos los principios inorgánicos del cuerpo del hombre y de los animales deben ser considerados como abono.

La economía animal espele como escrementos todos los principios inorgánicos que le son supérfluos; despues que perece el individuo, el carbono y el nitrógeno vuelven á la

ejercen alguna influencia en la vegetacion, no debe atribuirse ciertamente al nitrógeno que contienen; á no ser asi, seria preciso que una cantidad de heno, que equivaliese á los escrementos sólidos, que supondremos es de 20 á 25 kil. (43,468 á 54,335 libras), echada sobre una tierra produgese en este caso el mismo efecto que 100 kil. (217,347 libras) de estiercol de vaca, lo que está en contradiccion con la esperiencia.

¿Segun esto, á qué materias no nitrogenadas contenidas en el estiercol de caballo y de vaca habremos de atribuir la accion nutritiva?

Materias inorgánicas del estiercol de caballo.—Cuando se trata repetidas veces el estiercol de caballo con agua, esta toma un color amarillento y disuelve de 3 á 3½ por ciento de materias. El liquido contiene entonces fosfato de magnesia y sales de sosa, y ademas una pequeña cantidad de materias orgánicas. La materia que ha quedado por residuo despues del tratamiento acuoso cede á el alcohol una sustancia parda resinoidea que ofrece todos los caracteres de la bilis alterada. La materia insoluble en el agua y en el alcohol posee las propiedades del serrin despues de tratado por el agua hirviendo, y se quema sin despedir olor. 100 partes de escrementos de caballo recientes, desecados á 100°, dan de 25 á 30 y aun 31 de materia sólida. Segun esto contienen de 69 á 75 partes de agua.

Segun MACAIRE y MARCET, el estiercol desecado dá por la incineracion 27 por ciento de sales y de sustancias terreas, pero en las esperiencias que he hecho con el estiercol de un caballo alimentado con paja menuda, avena y heno, solo he obtenido 10 por ciento de estas materias.

Con cada 1800 á 2000 kil. (3913,246 á 434,940 libras) de estiercol de caballo reciente, que equivalen á 500 kil. (1086,735 libras) del mismo estiercol desecado, se suministra á las tierras de 1242 á 1500 kil. (2699,449 á 3260,205 libras) de agua, de 365 á 450 kil. (793,143 á 978,061 libras) de materia vegetal y de bilis alterada, y finalmente de 50 á 135 kil. (108,673 á 293,355 libras) de sales y sustancias inorgánicas. Estas últimas son las de que debemos ocuparnos principalmente, y todas ellas entraban en la composicion del heno, de la paja y de la

avena, sustancias con las cuales se habia alimentado el caballo. Se componen esencialmente de fosfatos de cal y de magnesia, de carbonato de cal y de silicato de potasa; la última de estas sales predominaba en el suelo y los fosfatos existian en bastante cantidad en las semillas.

El máximun de sustancias inorgánicas que se añaden al terreno con 500 kil. de estiercol de caballo corresponde á 3000 kil. (6520,410 libras) de heno ó 4150 kil. (9019,900 libras) de avena (1); las cuales son suficientes para suministrar la potasa y fosfatos necesarios para cosecha y media de trigo.

Materias inorgánicas de los escrementos de vaca, de oveja etc.—El estiercol de vaca, de oveja, y de otros rumiantes, ademas de las materias vegetales, contiene fosfato de cal, sal comun y silicato de potasa; el peso varia entre 9 y 28 por ciento segun el alimento de los animales. El estiercol de vaca reciente contiene de 86 á 90 por ciento de agua.

Composicion de los escrementos humanos.—BERZELIUS ha sometido las materias fecales á una análisis exacta. Este sabio ha hallado en los escrementos recientes ¾ de su peso de agua, asi como tambien gas nitrógeno en proporciones muy variables; el mínimun era 1½ por ciento y el máximun un 5. Entre todos los escrementos estos son los mas nitrogenados.

Cien partes de escrementos desecados han dado á BERZELIUS, por medio de la incineracion, 15 partes de ceniza que contenian 10 de fosfato de cal y de magnesia.

Consideraciones generales.—Es indudable que las materias vegetales que se añaden á las tierras cuando se las abona con escrementos, egercen cierta influencia en la vegetacion, influencia debida á el ácido carbónico que se produce cuando se pudren, el cual sirve de alimento á la tierna planta. Sin embargo, es preciso no olvidar que una tierra bien cuidada no se abona sino cada seis ó siete años, y aun solamente de doce en doce si se la siembra de pipirigallo ó de alfalfa; que la

---

(1) La avena, segun TH. DE SAUSSURE, dá, 3,1 por ciento de cenizas.

cion de huesos en el ácido clorohídrico, no solo se devolveria al suelo un principio que le es indispensable, sino que tambien se le daria la facultad de retener todo el amoniaco que arrastran las aguas de lluvia.

Llegará un tiempo en que, en vez de abonar los campos con estiercol, como se practica en el dia, se haga uso de una disolucion de silicato de potasa, de la ceniza de la paja, de los fosfatos preparados exprofeso en las fábricas, etc., y entonces la agricultura se hallará al mismo nivel á que ha llegado el arte de curar. En este, se han sustituido los principios químicos á un número considerable de medicamentos, cuya virtud milagrosa no se sabia esplicar; en el dia se administra el iodo, la quinina y la morfina en vez de las esponjas calcinadas, de la quina y del opio, sustancias que, segun ha probado la esperiencia, deben su eficacia tan solo á estos principios.

El objeto principal del agricultor debe ser el devolver siempre á la tierra bajo cualquiera forma, todo lo que se la ha separado por medio de las recolecciones, y acomodarse, respecto á esto, á las necesidades de cada especie de planta.

Hasta aquí solo nos hemos ocupado de los principios inorgánicos que se trata de suministrar al suelo con objeto de que sirvan para la formacion de la parte leñosa, de la semilla, de la raiz y del tallo de la planta: réstanos ahora examinar de qué manera se la puede presentar el nitrógeno, y, en general, las materias nitrogenadas.

Produccion del nitrógeno y de las materias nitrogenadas.—Todos los órganos de las plantas, tanto las hojas, órganos que alimentan el cuerpo leñoso, como las raices, de las cuales se desenvuelven las hojas y que elaboran los principios necesarios para el fruto, contienen las materias nitrogenadas en proporciones muy variables. Las raices y las semillas son en las que abundan mas.

La atmósfera suministra este nitrógeno en cantidad suficiente para el desarrollo normal de una planta; mas este desarrollo debemos considerarle como normal, aun cuando el vegetal solo produzca una semilla capaz de propagar la especie. Pero si la produccion fuese tan limitada, las especies se con-

servarian simplemente en la superficie del globo, lo que en verdad no es el objeto del Criador, porque ellas no existen para sí mismas, sino que estan destinadas para servir de alimento á los animales, y por una sábia disposicion estan dotadas de la facultad de trasformar hasta cierto punto todo el nitrógeno que se les presenta con objeto de que en este nuevo estado sea apto para la nutricion de los animales.

Si se presenta al vegetal el ácido carbónico y las demas materias que necesita, esceptuando el nitrógeno, no podrá desarrollarse mas que hasta cierto punto; producirá hojas, pero no semillas; se formará quizá azúcar y fécula, pero no glúten. Por el contrario, si se le ofrece el nitrógeno en cantidad suficiente, el vegetal absorberá con mucha energía de la atmósfera el carbono que necesita, si es que no existe en la tierra, y podrá llegar por este medio á su desarrollo.

Los escrementos sólidos de caballo, de oveja y en general de los ganados, no obran como abono en razon del nitrógeno que contienen, porque la proporcion es sumamente pequeña. Por el contrario, los escrementos humanos son comparativamente muy ricos en nitrógeno, si bien varía bastante la cantidad; los de los habitantes de las ciudades, que por lo regular se alimentan con carnes, son mas nitrogenados que los de los que viven en el campo ó en los lugares, cuyo principal alimento suele ser mas bien el pan y las patatas. Segun esto, la naturaleza y composicion de estos últimos escrementos, se aproximan mas á las de los escrementos de los animales domésticos.

Por lo dicho se comprende fácilmente que los escrementos deben tener un valor muy desigual, segun sea la naturaleza del terreno á que se les destine. Los escrementos de caballo y de otros ganados, serán muy convenientes para un terreno arenoso y calizo, que carezca de silicato de potasa y de fosfato, al paso que no servirán para un terreno arcilloso en que abunde la potasa, ó para aquel que provenga de la disgregacion de las rocas de granito, de porfido, de klingstein y aun de zechstein. Por el contrario, los escrementos humanos serán un medio escelente para aumentar la fertilidad de esta última

niaco contienen 26 kil. (56,516 libras) de nitrógeno, es decir, la misma cantidad que existe en 1200 kil. (2608,164 libras) de trigo, en 1480 kil. (3216,736 libras) de cebada ó en 2500 kil. (5433,675 libras) de heno (BOUSSINGAULT).

Se conocen una porcion de medios para fijar, ó sea privar de su volatilidad, el carbonato de amoniaco que se forma por la putrefaccion de la orina.

Asi es que espolvoreando un terreno con yeso y regándole con orina podrida, todo el carbonato de amoniaco se trasformará en sulfato, el cual permanecerá en el suelo.

Conocemos un medio mas sencillo, que consiste en privar de su alcalinidad á la orina podrida, para lo cual se añade yeso, muriato de cal, ácido sulfúrico ó muriático, y todavia mejor fosfato de cal ácido, sustancias que todas ellas son muy baratas. De este modo el carbonato de amoniaco se trasforma en una sal fija.

Si se echa en un plato ácido hidroclórico concentrado, y se le coloca en un lugar comun cuya bóveda comunique directamente con el depósito de los escrementos, se observa que pasados algunos dias, se halla lleno de cristales de sal amoniaco. El amoniaco, cuya presencia se manifiesta ya por el olor, se combina en este caso con el ácido hidroclórico, produciendo unos vapores blancos, y pierde por este medio su volatilidad. Este mismo fenómeno se nota tambien en las cuadras. Mas este amoniaco, no solo se pierde para la vegetacion sino que ademas ataca los muros, y los descompone paulatinamente, á causa de que, hallándose en contacto con la cal del mortero, se trasforma en ácido nítrico que disuelve poco á poco la cal.

El amoniaco que se desprende de las cuadras y lugares comunes se halla siempre combinado con el ácido carbónico. Puesto que á la temperatura ordinaria no se pueden poner en contacto el carbonato de amoniaco y el sulfato de cal sin que se descompongan, basta segun esto echar yeso pulverizado en los puntos que se quieren desinfectar: por este medio no solo se consigue el que desaparezca completamente el olor, sino fijar al mismo tiempo el amoniaco,

el cual se puede tambien conservar para las necesidades de la agricultura.

El ácido úrico, que es el producto mas nitrogenado de la economia animal es soluble en el agua; por lo tanto puede ser absorbido por las raices de las plantas, y formar por efecto de la asimilacion, oxalato, prusiato ó carbonato de amoniaco.

Convendría en estremo estudiar las metamórfosis que esperimenta el ácido úrico en una planta viva; para esto no habria mas que mezclarle con polvo de carbon bien calcinado y examinar en seguida la sávia y las semillas ó los frutos del vegetal objeto de la esperiencia.

Respecto á la cantidad de nitrógeno, 100 partes de orina humana equivalen á 1300 p. de estiercol de caballo reciente (segun las análisis de MACAIRE y de MARCET), y á 600 p. del de vaca tambien reciente.

Vemos por lo tanto cuán importante es á la agricultura el que no se desperdicie la menor porcion.

Hase reconocido particularmente en Flandes la eficacia de la orina, sin embargo nada es comparable con el valor que dan los chinos á los escrementos humanos. En la China, está prohibido por las leyes el que se arrojen los escrementos, asi es que en cada casa se recogen en unos reservatorios construidos con sumo cuidado.

La China es la patria del arte de esperimentar. Sus habitantes, para quienes la observacion atenta de la naturaleza ha sido una necesidad, habian hecho, ha muchos siglos, todo género de descubrimientos que la Europa admiró por mucho tiempo sin poderles imitar; siendo de notar el que los hiciesen sin nociones científicas, porque en sus libros no se ven sino recetas y prescripciones, y nunca se halla la menor esplicacion.

Verdad es que medio siglo ha bastado á los europeos, no solo para ponerse á la altura de los conocimientos que poseian los chinos, respecto á las artes industriales, sino tambien para escederles, lo que se debe á la aplicaciou juiciosa de los principios de la química. Pero cuán atrasada se halla la agricultura europea en comparacion de la de los chinos! Estos son ad-

mirables horticultores; saben dar á cada planta un cultivo especial y prepararla un terreno particular. En este pais es donde la agricultura ha llegado al grado mayor de perfeccion, y á pesar de que se diferencia poco del nuestro respecto á la fertilidad del suelo, dan muy poca importancia á los escrementos de los animales. Entre nosotros se han escrito gruesos volúmenes, pero no se han hecho esperiencias; se espresa en cien partes la cantidad de estiercol que consume tal ó cual planta, y se ignora aun la naturaleza del estiercol.

Si se admite que la cantidad diaria de escrementos líquidos y sólidos de un hombre solo llega á 0,75 kil. (1,630 libras) (0,625 de orina y 0,135 de materia fecal) y que ambos reunidos contienen 3 por ciento de nitrógeno, tendremos que anualmente componen un total de 273,5 kil. (594,444 libras) de escrementos que contienen 8,205 kil. (17,833 libras) de nitrógeno, cantidad que seria suficiente para 400 kil. (869,388 libras) de trigo, de centeno, de avena ó de cebada (BOUSSINGAULT), la que unida al nitrógeno absorbido de la atmósfera, es mas que suficiente para que una fanega de tierra produzca cada año una cosecha abundantísima.

Dividiendo convenientemente el terreno en hojas, cada localidad pudiera satisfacerse á sí misma para alimentar sus tierras con un abono el mas nitrogenado y el mas rico en fosfatos. Ademas, utilizando los huesos y la ceniza de leña lixiviada, no habria necesidad de hacer uso de los escrementos animales.

Estiercol humano desecado.—Los escrementos humanos convenientemente desecados, en los cuales existe fijado el amoniaco, se les puede reducir á un estado que permita trasportarlos á largas distancias. Asi es, que la desecacion del estiercol humano constituye en el dia un ramo de industria muy importante. En Paris se recogen las aguas inmundas en cubas, las llevan á Montfaucon y las vierten en zanjas profundas destinadas á este objeto, en las que se las deja desecar, y la materia que resulta se espende en este estado.

Por efecto de la putrefaccion que esperimenta la orina en los lugares comunes, toda la uréa que contiene se trasforma en su mayor parte en carbonato de amoniaco, pero se produ-

ce ademas lactato y fosfato de esta base; al mismo tiempo se pudren tambien otros principios de la orina; los sulfatos se descomponen, el azufre forma hidrógeno sulfurado é hidrosulfato de amoniaco, que se volatiliza igualmente. Cuando se desecan al aire las aguas inmundas, pierden, por la evaporacion del agua, mas de la mitad de su nitrógeno. Lo principal de la masa lo constituye el fosfato de cal, pero ademas contienen cierta cantidad de fosfato y de tartrato de amoniaco, asi como tambien un poco de urato de magnesia y de sustancias grasas; sin embargo es todavia un abono escelente. Pero pudiera duplicarse y aun triplicarse su eficacia si antes de desecarlas se las neutralizase con los ácidos minerales que se pueden adquirir á un precio bien bajo.

En otras fábricas mezclan las aguas inmundas con ceniza de leña ó con tierra que contenga mucha cal caústica; verdad es que por este medio se las desinfecta completamente, pero tambien es cierto que se las priva de todo el amoniaco. Todas las combinaciones amoniacales se descomponen, y si el resíduo conserva aun alguna actividad, se debe á los fosfatos que contiene.

Guano.—En las costas de la América meridional se abonan las tierras estériles con el *guano* (véase, pag. 190), que no es otra cosa que una mezcla de uratos y de otras sales amoniacales. Se obtiene por este medio una vegetacion muy lozana y cosechas muy abundantes.

En la China solo se abonan los cereales con escrementos humanos, mas entre nosotros se hace uso de los escrementos de los ganados, entre los cuales van envueltas las semillas de varias plantas perjudiciales, que no habiendo sido digeridas por el animal, conservan la facultad de germinar. Por consiguiente ¿deberá admirarnos que apesar de todos nuestros esfuerzos no se puedan esterminar las malas yerbas cuando llegan á arraigarse en nuestros campos? Un célebre botánico (1) que visitó la China en union con la embajada holandesa,

(1) INGENHOUSS, *die Ernæhrung der Pflanzen* (la Nutricion de las Plantas), pag. 129.

en los ultimos años del siglo pasado, refiere que no pudo hallar ninguna mala yerba en los sembrados de trigo.

La orina de caballo contiene menor cantidad de nitrógeno que la humana. Segun FOURCROY y VAUQUELIN, solo existe en ella un 5 por ciento de materias sólidas, y entre estas hay únicamente 0,7 de uréa, al paso que 100 partes de orina humana contienen una cantidad cuatro veces mayor y aun mas.

La orina de vaca abunda particularmente en sales de potasa, y segun ROUELLE y BRANDE contiene tambien sales de sosa.

En la orina de cerdo se encuentra mucho fosfato de magnesia y de amoniaco, cuya sal es la que constituye los cálculos urinarios tan comunes.

Es claro que abonando la tierra con estos escrementos, en proporcion del nitrógeno que sesepara por medio de las recolecciones, deberá aumentarse anualmente la cantidad de este elemento; porque ademas del que se suministra á la tierra con los abonos hay que añadir el que los vegetales absorben de la atmósfera.

Una labranza que carezca de prados y que no tenga las tierras necesarias para cultivar las plantas que se destinan á forrage, debe importar cierta cantidad de abono nitrogenado, á fin de que se aumenten sus productos. En las labranzas mayores, los prados compensan enteramente las pérdidas anuales de nitrógeno.

La única pérdida real de nitrógeno se reduce á la cantidad que contienen los cadáveres humanos, mas esta cantidad apenas escede de 1,5 kil. (3,260 libras) por cada individuo. Por otra parte este nitrógeno no se pierde para las plantas, porque por efecto de la putrefaccion y de la eremacausia, vuelve á la atmósfera bajo la forma de amoniaco.

Si se quiere que una labranza dé mas productos, es preciso multiplicar tambien los abonos; de este modo se puede aumentar sin inconveniente la esportacion de cereales y de ganados.

Segun hemos ya indicado, los escrementos líquidos del hombre y de los animales son el mejor abono nitrogenado que se

conoce. Es preciso atribuir esclusivamente á ellos el aumento de productos de las tierras, por cuya razon se deberá tener un cuidado particular en conservarlos.

Debemos advertir, que cada kilógramo de amoniaco que se volatiliza sin ser utilizado equivale á una pérdida de 60 kilógramos (130,408 libras) de trigo y que con cada kilógramo de orina se puede aumentar otro de trigo. Segun esto no se concibe en verdad porque se dá tan poca importancia á los orines: en la mayor parte de las localidades no se utilizan sino los que impregnan los escrementos sólidos, y aun los reservatorios de estos últimos no se tapan convenientemente.

En los escrementos sólidos se hallan los fosfatos insolubles, y en los escrementos líquidos, todos los fosfatos solubles: estos últimos son los que contienen toda la potasa que existía en las plantas digeridas por el animal bajo la forma de sales orgánicas.

Los huesos, la lana, los trapos viejos, las clines, la borra, las pezuñas y las astas recientes son abonos muy nitrogenados; la influencia que ejercen en la vegetacion es mucho mayor cuando contienen ademas fosfatos.

100 partes de huesos desecados dán de 32 á 33 por 100 de gelatina seca; suponiendo que esta contiene la misma cantidad de nitrógeno que la gelatina animal, resultará 5,28 por ciento de dicho elemento; por consiguiente equivale á 250 partes de orina humana.

Los huesos se conservan sin alteracion por espacio de siglos enteros en un terreno seco y aun húmedo, siempre que se hallen al abrigo del aire; esto consiste en que la parte esterior de ellos preserva la interior de la accion del agua. Los huesos de los animales antidiluvianos que se hallan en las arcillas y en el yeso son una prueba de esto. Los huesos pulverizados y humedecidos producen un desprendimiento de calor; esperimentan la fermentacion pútrida, á causa de que se descompone la gelatina que contienen. El nitrógeno de esta se trasforma en carbonato de amoniaco y en otras sales amoniacales, que quedan en su mayor parte retenidas en los hue-

sos pulverizados (un volumen de huesos bien calcinados y blancos absorbe 7,5 de gas amoniaco puro).

Finalmente debemos considerar tambien el *polvo de carbon* como un medio escelente para favorecer la vegetacion en los terrenos compactos y con especialidad en los arcillosos.

INGENHOUSS habia ya propuesto el uso del *ácido sulfúrico* como medio para aumentar la fertilidad de un terreno. Cuando éste es calizo y se le humedece con dicho ácido se forma instantáneamente yeso. Por consecuencia, el ácido sulfúrico puede reemplazar el yeso; 100 partes de este ácido concentrado, diluidas en 800 á 1000 de agua, equivalen á 176 de yeso.

curas y rigidas que de ordinario. Su florescencia era perfecta, y persistia por mucho tiempo; de suerte, que en el dia, á mediados de noviembre (1839), en que la mayor parte de los demas individuos que han vegetado sin carbon han perecido, hasta los tubérculos, estas dos especies se hallan en todo su vigor y aun se observan algunas flores.

Las *aroideas* arraigaron bien pronto en el carbon; sin embargo, sus hojas conservaron el mismo volúmen que tenian las de los individuos que no habian sido sometidos á esta especie de cultivo; las especies que en razon del hermoso colorido de las hojas se usan como plantas de adorno (*calabium bicolor, pictum, pœcile*, etc.), adquirieron colores todavía mucho mas vivos, y se conservaron perfectamente.

Algunos *cactus* que se plantaron en una mezcla de partes iguales de carbon y de tierra, se desarrollaron tan bien, que en el espacio de varias semanas habian adquirido doble magnitud.

El uso del carbon era tambien muy ventajoso para algunas *bromeliáceas* y *liliáceas*, del mismo modo que para los *citrus*, las *begonia* y aun las *palmeras*.

Otra série de esperiencias que he ejecutado con solo el carbon, me han dado resultados satisfactorios. Los pies de las especies mas variadas echaron al momento raices, y vivieron perfectamente. En comprobacion de esto, solo citaré la *euphorbia fastuosa*, cuyas raices se formaron en diez dias; el *pandanus utilis*, en tres meses; el *pandanus amaryllifolius* y la *chamædorca elatior*, en cuatro semanas; el *piper nigrum, begonia, ficus, cecropia, chiococca, buddleja, hakea, phyllanthus, capparis, laurus, stifftia, jacquinia, mimosa*, y unas cuarenta especies de *cactus*, en ocho á diez dias, los *ilex* y otros muchos. Debemos añadir que en el carbon puro se puede hacer que echen tambien raices las hojas, las partes de estas y hasta los pedúnculos.

De este modo es como echaron raiz las hojuelas de varias CICADEAS, asi como tambien los fragmentos de las hojas de la *bignonia Felseriæ*, de la *jacaranda brasiliensis*, de la *euphorbia fastuosa*, de los *oxalis Barrelieri, ficus, cyclamen, polyan-*

thes, *mesembrianthemum*, *lophospermun*, *martinya*, *agave americana*, etc.

El carbon puro ha dado tambien escelentes resultados como medio para curar las plantas enfermas. Asi es, que una *dorianthes excelsa*, que hacia tres años que se hallaba enfermiza, recobró en muy tiempo su estado normal. Un naranjo, cuyas hojas se volvian con frecuencia amarillas, pasadas cuatro semanas recuperó tambien su verdor; para esto no se hizo mas que quitar al tiesto la capa superior de tierra y reemplazarla con otra de carbon del espesor de una pulgada. Esto mismo se observó con una *gardenia*.

Sería demasiado difuso que tratásemos de enumerar los resultados de todas las esperiencias que se han hecho con el carbon. Los que deseen noticias mas detalladas respecto á este particular las hallarán en un diario de horticultura publicado en Berlin por OTTO y DIETRICH (*Allgemeine deutsche Gartenzeitung*).

El carbon de que se hizo uso en estas esperiencias, se hallaba reducido á polvo y provenia de la albura; era mas eficaz cuando se le dejaba en contacto con el aire durante un invierno.

Trato tambien de hacer algunos ensayos con el carbon de madera dura y de turba, y con el carbon animal; mas presumo que ninguna de estas especies ofrecerá tantas ventajas, en razon á que son menos porosos, y no se descomponen con tanta felicidad como el carbon procedente de la albura.

Por otra parte, hay que advertir que todas las plantas que hemos sometido al tratamiento del carbon, necesitan que se las riegue á menudo; concíbese muy bien que sin esta precaucion, sería muy dificil obtener buen resultado, porque el aire penetraría con facilidad por las espongiolas y desecaría las raices.

Si el carbon es favorable á la vegetacion, consiste probablemente en que en contacto con las raices, las ramas, las hojas ó los fragmentos de estas, mantiene por cierto tiempo estas partes en su actividad vital, de suerte que la tierna planta tiene tiempo suficiente para desarrollar los órganos que necesita para su conservacion y crecimiento.

Disgregándose el carbon poco á poco, suministra á la planta carbono ú óxido de carbono, sustancias que necesita principalmente para su nutricion. Por lo menos, de este modo es como comprendo que obra, porque segun me han manifestado los sujetos mejor informados, jamás se nota que en ningun terreno crezcan tanto las plantas como en el carbon. Ademas el carbon favorece tambien la vegetacion, á causa de que absorbe y descompone las materias escretadas por las raices, y cede de este modo al suelo las sustancias sujetas á podrirse, que por lo comun ocasionan la muerte de las espongiolas. Su porosidad y la facilidad con que dá paso á cualquier fluido, despues de estar saturado de humedad, son causas no menos importantes de su eficacia. (*Buchner's Repertorium*, tomo XIX, segunda serie, página 38).

Observaciones acerca de la nutricion de las plantas, por TH. HARTIG.

Si se siembran pinos en un terreno arenoso en el que apenas se descubran indicios de humus y se le mueve convenientemente, la semilla no solo suministra al cabo de cierto número de años una cantidad considerable de madera, sino quese observa que el suelo contiene mayor proporcion de humus. No hay duda alguna que el carbono de la madera y de el humus provienen del aire.

Si en un *terreno de mala calidad* el carbono que existe en la madera y en el humus puede proceder del aire, no hay razon alguna para que no suceda lo mismo en un terreno mejor respecto á la proporcion de los principios inorgánicos.

Puesto que como nos lo prueba la esperiencia de un modo irrecusable, las hojas que se caen anualmente de los árboles en los bosques, son mas que suficientes para mantener en un suelo fértil la misma cantidad de humus, no hay duda que todo el carbono que se halla en estos sitios proviene de la atmósfera.

Las plantas reciben necesariamente el carbono de la atmósfera por el intermedio de las hojas; porque en los terrenos

cercados, por ejemplo, en que el follage está tan espeso que solo el agua de las lluvias copiosas es la que llega al suelo, las hojas absorben casi todo el que se deposita de la atmósfera, como tambien todas las aguas que estan saturadas de ácido carbónico.

Apesar de esto, está probado que la naturaleza del suelo ejerce mas influencia sobre la vegetacion que las estaciones. Se consigue mejor preservar un terreno del efecto desfavorable de la intemperie, por medio del cultivo, que corregir su mala calidad, colocándole en las mejores condiciones atmosféricas.

Segun esto es esencial para los intereses de la economía foreste y agrícola, saber qué relacion existe entre los resultados de la vegetacion y la naturaleza del suelo. Ya he consignado mis opiniones respecto á este particular en la nueva edicion de mi *tratado del arte forestal* (1). Algunas otras esperiencias nuevas me han conducido á resultados muy interesantes que voy á reasumir en este lugar.

1) *El suelo no suministra á las plantas las materias estractivas ni el humus disuelto.* He llenado cuatro campanas grandes con una solucion potásica de humus, estraida del mantillo. En la primera campana se echó una solucion muy concentrada y de color pardo negruzco, en tanto que en las otras tres se diluyó sucesivamente el líquido en la mitad de su volumen de agua, de suerte que la segunda campana no contenia mas que la mitad, la tercera una cuarta parte y la última una octava parte de la solucion de humus. Las plantas de habas que se introdugeron en estos líquidos, crecieron con tanta mas rapidez y vigor cuanto mayor era la cantidad de humus que existia en la solucion. Despues de hallarme convencido de un modo general de la influencia tan favorable que ejerce el ulmato de potasa, me restaba examinar si el humus ó el ácido úlmico habia sido realmente absorbido por las raices, y á cuanto as-

---

(1) *Luft-Boden-und Pflanzenkunde in rer Anwendung auf Forstwissenschaft,* Stuttgardt, librería de Cotta, 1840; 8.ª ediccion.

cendia la cantidad. Con este objeto llené unas probetas de 3 pulgadas de longitud y 4 líneas de diametro, y de una capacidad de 0,35 medias onzas de agua, con una solucion de potasa que contenia 0,057 p. c. de úlmato de potasa, lo que equivalia á 0,0002 de úlmato de potasa seco, para 0,35 medias onzas de agua.

Coloqué en estas probetas unas plantitas de habas, las cuales crecieron con vigor y echaron al poco tiempo una porcion de raices. En los quince primeros dias absorbieron diariamente la mitad del líquido que tuve cuidado de reponer cada vez; en los quince siguientes, las tres cuartas partes desde las 5½ de la mañana hasta las 7 de la tarde, y la otra cuarta parte durante la noche; ó lo que es lo mismo en el espacio de 24 horas, absorbieron por término medio, toda el agua del vaso, es decir *una cantidad dupla del peso de la planta.*

En el espacio de un mes que ha durado la esperiencia, las plantitas han aumentado de peso 0,1076 medias onzas. Las plantas tenian 5 pulgadas de altura, y sus tallos el diámetro de 1½ línea de París. En todo este tiempo, no se observó el que disminuyese la cantidad de humus de la solucion. En los dias calurosos y serenos, las plantas absorbian la cuarta parte de la solucion, y en este caso el resíduo era comparativamente mucho mas coloreado, pero cuando se vertia agua destilada sobre él, recobraba su color primitivo. Por consiguiente *las raices absorbieron el agua y dejaron la solucion de humus.*

Al cabo de un mes se examinó el líquido en que habian vegetado las plantas, y se halló que la cantidad de humus habia disminuido 0,0001 media onza. Esta disminucion tan pequeña provenia en parte de que una porcion de humus se habia depositado bajo la forma de copos sobre las raicillas de las plantas. Aun admitiendo que la mitad de este peso, es decir 0,00005 de media onza, haya sido realmente absorbido por las plantas y no se desprenda en estado de ácido carbónico, esta cantidad es sin embargo tan pequeña, comparada con el peso y el volumen de las plantas, que ciertamente se la puede considerar como accesoria en el acto de la nutricion.

Las mismas probetas en que se habian colocado las mismas plantas, se llenaron despues con una decoccion filtrada de mantillo puro: el líquido permaneció turbio aun despues de tres semanas.

Estas mismas esperiencias fueron repetidas con el úlmato de amoniaco y el de sosa, y no noté la menor disminucion en el peso de las materias disueltas, ni que la solucion se descolorase, si bien las plantas absorbian diariamente casi todo el líquido.

De todo esto deduzco que las raices de las plantas no absorben el humus del terreno.

2) *Las plantas absorben del suelo el ácido carbónico por el intermedio de las raices.* Dos tubos de vidrio de 8 pulgadas de longitud y 4 líneas de diametro interior fueron adaptados por su parte inferior, á otro tubo encorvado y muy estrecho, de modo que ambos brazos estaban paralelos. Despues de llenar el aparato con agua saturada de ácido carbónico, se introdujo en el orificio superior de uno de los brazos una planta de habas que tenia la raiz muy desarrollada, y se tapó hermética-mente la abertura con goma elástica. En el otro brazo se impidió por medio de una capa de aceite, el que el agua acidulada se hallase en contacto con el aire. La planta absorbió diariamente un peso de agua igual al suyo; mas todas las tardes se reemplazaba esta pérdida, introduciendo agua destilada por el brazo en que se hallaba la capa de aceite.

El agua acidulada que se echó en el aparato, habia dado en un principio 0,0035 medias onzas de carbonato de cal; despues que la planta vegetó ocho dias, este peso quedó reducido á 0,0012. Para examinarla, se cerró hermáticamente el brazo que contenia el aceite, se separó la planta del otro y despue, se ensayó el líquido por capas de $2\frac{1}{2}$ pulgadas. En la capa superior, que es la que habia rodeado las raicillas de la plantas apenas hallé indicios de ácido carbónico; pero en las capas siguientes, permanecia casi la misma cantidad. El brazo en que estaba el aceite, naturalmente no contenia sino un poco de ácido carbónico, á causa de que la cantidad de este cuerpo que habia existida en un principio, habia sido absorbido poco

á poco por la planta y reemplazado por el agua destilada.

Si en vista de esto admitimos que las plantas pueden apropiarse del suelo, por una especie de succion, el agua en que existe disuelto el ácido carbónico, debemos necesariamente reconocer en el carbono del mantillo una facultad nutritiva, puesto que el último producto de la descomposicion del humus es siempre el ácido carbónico.

La esperiencia anterior prueba además que las raices pueden realmente trasmitir el ácido carbónico á la planta.

Cuántas veces se ha repetido esta esperiencia, se han obtenido con corta diferencia los mismos resultados.

3) *El ácido carbónico del suelo no es indispensable para el crecimiento de las plantas, ni tampoco para la florescencia y la fructificacion.*

Unas plantas de habas cultivadas en cuarzo calcinado, reducido á polvo y lavado, tal como se le emplea en las fábrio cas de porcelana, y regadas con agua destilada han dado flore- y frutos. Tengo en este memento una planta que ha crecids por este medio, y ha dado cuatro legumbres muy hermosas, de las cuales la primera tiene ya 2 pulgadas y 9 líneas de longitud y 5½ líneas de latitud. Las sustancias orgánicas habian sido totalmente escluidas. Habiendo practicado despues otro examen, he hallado desgraciadamente que el cuarzo en su estado normal no estaba tan exento de cal, de magnesia y de hierro, para que pudiésemos admitir, como al parecer lo prueba la composicion de las cenizas de la planta, que esta necesitaba de la presencia de los indicados principios. En otro ensayo que pienso hacer, procuraré no dejar duda alguna. Lo que me ha sorprendido en esta esperiencia, es la cantidad tan enorme de sílice que la planta habia separado del cuarzo.

DE LOS VENENOS, MIASMAS Y CONTAGIOS.

La química orgánica, del mismo modo que la química animal y vegetal, dá orígen á un número considerable de combinaciones, que tienen la propiedad de producir en la economía animal ciertos cambios particulares, ciertas enfermedades que

alteran las funciones vitales de un órgano y causan la muerte despues de un periodo mas ó menos largo.

En la mayor parte de los casos, es fácil esplicar los efectos de los agentes inorgánicos, tales como los ácidos, los óxidos metálicos y las sales. Estos cuerpos ejercen su accion, unas veces disolviendo las partes de un órgano y otras formando con ellas diversas combinaciones.

La accion deléterea de varias sustancias, tales como el ácido sulfúrico concentrado, el ácido hidroclórico, el ácido oxálico, el hidrato de potasa, etc., puede compararse con la de un pedazo de hierro que se ha calentado hasta el rojo ó que se ha formado con él un instrumento cortante, con el cual hiriendo ciertos órganos se puede causar la muerte.

Estos cuerpos no son verdaderos venenos, tomando esta palabra en su rigorosa acepcion, porque no obran como tales sino en circunstancias determinadas.

Los venenos inorgánicos propiamente dichos, producen por lo regular su efecto combinándose químicamente con las partes esenciales de los órganos; para las cuales tienen mas afinidad que la fuerza vital.

A fin de fijar y de aclarar nuestras ideas, examinemos el efecto que producen las sustancias inorgánicas en general, y hallaremos que cierta clase de combinaciones solubles puestas en contacto con diversas partes del cuerpo, pasan á la sangre, de la que en seguida se separan por los órganos secretorios con alteracion ó sin ella.

El *ioduro*, el *sulfocianuro* y el *cianoferruro de potasio*, el *nitrato*, el *clorato* y el *silicato de potasa* y en general todas las sales de base alcalina que se administran en dosis pequeñas á el hombre y á los animales, tanto interior como esteriormente, pasan sin esperimentar alteracion á la sangre, al sudor, á el quilo, á la bilis y al bazo, en donde es fácil hallar indicios de ellas, y despues son espelidas sin escepcion por las vias urinarias.

Cada una de estas sustancias causa en los órganos una perturbacion particular, pero al recorrerlos, no esperimentan descomposicion de ninguna especie; y si pueden formar una com-

binacion en cualquiera parte del cuerpo, esta no es estable, puesto que, como lo prueba la reaparicion de sus elementos en la orina, puede ser descompuesta por la fuerza vital.

Los *citratos*, los *tartratos* y los *acetatos neutros* de base alcalina se alteran por el contrario, cuando pasan al través de los órganos. Verdad es, que sus bases se hallan en la orina, pero los ácidos desaparecen completamente y son reemplazados por el ácido carbónico (GILBERT BLANC, WOEHLER).

De la trasformacion de las sales vegetales de base alcalina en carbonatos se deduce que se une á sus elementos una gran cantidad de oxígeno, porque para convertir, por ejemplo, 1 equivalente de acetato de potasa en carbonato, es necesario que concurran 8 de oxígeno. Segun que el resultado es una sal neutra ó ácida, quedarán combinados con la base 2 ó 4 equivalentes de oxígeno, en tanto que los 6 ó los 4 equivalentes restantes se desprenderán en estado de ácido carbónico.

Pero como nada indica en el ser viviente, á quien se ha administrado una sal de esta especie, que alguna de sus partes esenciales haya suministrado la gran cantidad de oxigeno necesaria para su metamórfosis, no podemos atribuir esta sobreoxidacion á otra causa que á la absorcion del oxígeno del aire.

Los ácidos de estas sales, al atravesar los pulmones, toman parte en el acto de combinacion que se efectua en este órgano; cierta porcion del oxígeno absorbido se une á sus elementos, y trasforma el hidrógeno en agua y el carbono en ácido carbónico. Este último queda en parte (1 ó 2 equivalentes) en combinacion con la base, y forma una sal que despues ya no esperimenta alteracion alguna por las acciones oxidantes,

Esta sal es la que en seguida segregan de nuevo el hígado y los riñones.

Es evidente que la presencia de las sales vegetales en la sangre debe producir un cambio en el acto de la respiracion, porque sin ellas, el oxígeno absorbido por la aspiracion se mezclaria como de ordinario con los principios de la sangre, en tanto que realmente una parte de este gas, en vez de pasar á la sangre, se une á las partes constituyentes de estas sales; pero el efecto inmediato de esta reaccion es el de disminuir la pro-

duccion de sangre arterial; ó lo que es lo mismo, el de disminuir los movimientos respiratorios.

Las sales que acabamos de indicar, en contacto con el aire y con las materias animales y vegetales en putrefaccion, se conducen del mismo modo que en los pulmones: toman parte en la combustion que ha lugar, y se trasforman en carbonatos, como en un cuerpo vivo. Cuando se abandona á sí misma la solucion acuosa impura de una de estas sales, se observa que los ácidos que la constituyen desaparecen poco á poco.

Los ácidos minerales y los ácidos vegetales fijos, asi como las sales minerales de base alcalina, tienen la propiedad de impedir en ciertas circunstancias todos los fenómenos de eremacausia. Empleados en corta cantidad, disminuyen y paralizan la marcha. Finalmente, en el cuerpo vivo manifiestan una accion semejante á la que ejercen las sales vegetales néutras; pero la causa de esta accion es diferente.

Las membranas animales, las fibras musculares, los tegidos celulares, etc. poseen la propiedad muy notable de oponerse á la introduccion en la sangre de cantidades considerables de sales minerales que pudieran suspender en los pulmones el acto de la combustion. Esta propiedad consiste en impedir el que penetren las soluciones salinas concentradas y en darlas paso cuando se hallan combinadas con el agua en ciertas proporciones. Asi que, una vegiga seca colocada en una disolucion concentrada de sal comun, de nitro, de cianoferruro y de sulfocianuro de potasio, de sulfato de magnesia, de cloruro de potasio ó de sulfato de sosa, permanece seca mas ó menos tiempo; todos estos líquidos se separan de su superficie del mismo modo que lo haria el agua de la de un plato untado con grasa.

Un pedazo de carne fresca espolvoreado con sal comun, se halla despues de pasadas 24 horas rodeado de salmuera sin que se haya echado sobre él una sola gota de agua. Este líquido proviene de las fibras musculares y del tegido celular. Efectivamente, en todos los puntos en que tiene contacto la sal, se forma una solucion mas ó menos concentrada; la sal se une á el agua contenida en los órganos, y pierde por este medio

la propiedad de penetrar las partes animales, se separa de la carne, en la que solo queda el agua que contiene una cantidad de sal suficiente para poder penetrar los tegidos animales.

En la economia doméstica se utiliza esta propiedad de la sal comun para hacer esperimentar á las carnes una especie de desecacion que les impide corromperse, lo que no se consigue jamás sino cuando contienen cierta cantidad de agua.

El alcohol, respecto á las propiedades físicas de que nos ocupamos, produce el mismo efecto que las sales minerales.

Este líquido no humedece ni penetra las sustancias animales, pero atrae el agua para la cual tiene afinidad.

Las disoluciones salinas que se introducen en el estómago son absorbidas cuando se hallan en cierto grado de dilucion. Si están concentradas producen un efecto contrario; desecan el órgano y causan una sed violenta. En el estómago se efectua un cambio entre el agua y la sal; dicho órgano abandona la primera, y se apodera de la parte menos concentrada de la disolucion salina.

El resto de la disolucion, que es la mayor parte, queda sin ser absorbida, y por lo tanto no se segrega por las vias urinarias, pero penetra en las entrañas y en el canal intestinal, rebaja la consistencia de las materias fecales y obra como purgante. Ademas de esta virtud purgante, que les es comun, y que depende de una propiedad física general á todas estas sales, producen tambien efectos particulares que se utilizan en medicina, precisamente porque cada uno de los órganos con los cuales se hallan en contacto toma la cantidad que puede ser absorbida. Por otra parte los principios constitutivos de estas sales no tienen nada de comun con su accion purgante; porque es enteramente indiferente para la produccion de este efecto (no hablo de su actividad) que la base sea la potasa ó la sosa, ó bien en muchos casos la potasa y la magnesia, y que el ácido sea el sulfúrico, el nítrico, el fosfórico ó el hidroclórico.

Ademas de estas sales, cuya influencia sobre la economía es independiente de su aptitud para combinarse, existe una clase considerable que, introducidas en un ser viviente, producen alteraciones de otra especie, y causan enfermedades mas ó menos

graves ó la muerte, sin que podamos percibir en los órganos una perturbacion propiamente dicha.

Segun esto, los verdaderos venenos inorgánicos son aquellos cuya accion depende de la tendencia que tienen á producir combinaciones estables con la sustancia de las membranas, de los tegidos y de las fibras musculares. En esta clase se colocan las sales de peróxido de hierro, de plomo, de bismuto, de cobre, de mercurio, etc.

Si se ponen las disoluciones de estas sales en contacto, en cantidad suficiente, con la albumina, con la leche, con las fibras musculares y con las membranas animales, se combinan con estos diversos cuerpos y pierden su solubilidad, aun cuando el agua en que se hallaban disueltos solo contenga indicios. Asi pues, en tanto que las sales constituidas por las bases alcalinas, privan á las partes animales del agua que contienen, las sales de los metales pesados se combinan por el contrario con las sustancias, y las hacen por este medio insolubles.

De este modo es como obran en el cuerpo del animal las sustancias de que hablamos: despues que han perdido la solubilidad, son absorbidas por los órganos, y se combinan con ellos; esta es la razon de que pasen rara vez á la masa de la sangre. Todas las esperiencias demuestran que no pasa la menor porcion á la orina; lo que depende de que en el trayecto se hallan en contacto con una cantidad de materias que las retienen. De este contacto con ciertos órganos ó con ciertas partes esenciales de los órganos, resulta necesariamente para las funciones de estos últimos una perturbacion, una direccion anormal que se manifiesta por las enfermedades. La accion que ejerce el sublimado corrosivo y el ácido arsenioso merece principalmente que fijemos nuestra atencion. Sabemos que estos dos cuerpos poseen en el mas alto grado la propiedad de combinarse con todas las partes animales y vegetales, y que por esta causa las preservan de la putrefaccion; que la madera, por ejemplo, y aun la sustancia cerebral, que se alteran con tanta facilidad y prontitud en presencia del aire y de la humedad, cuando han estado por algun tiempo en contacto con el ácido arsenioso y con el sublimado corrosivo, resisten

sin cambiar de aspecto ni de color á todas las influencias de la atmósfera. Sabemos ademas, que en los envenenamientos producidos por estas materias, las partes que han estado en contacto, y por consiguiente combinadas con ellas, no entran en putrefaccion. Por lo tanto, no puede quedar ningun género de duda acerca del principio, en virtud del cual obran como venenos.

Efectivamente, decir que, si no son contrariadas por la fuerza vital, forman con los órganos combinaciones por las cuales estos últimos se hacen incorruptibles, no es igual á decir que estos órganos pierden su propiedad vital, esencial, de esperimentar y de efectuar las trasformaciones, ó lo que es lo mismo, que la vida orgánica queda destruida? Algunas veces el envenenamiento es muy supercial, ó por mejor decir, la cantidad de veneno es bastante pequeña, y solo forma combinaciones aisladas capaces de reproducirse. Entonces se forma simplemente una escara que se separa poco á poco de las partes sanas.

Con todos estos antecedentes es fácil concluir que no hay ninguna señal interior de envenenamiento que pueda servirnos de carácter para tener una certeza absoluta; porque puede ocurrir que el observador no descubra la menor señal de alteracion, pues como lo he notado, la muerte puede sobrevenir sin que haya habido perturbacion de los órganos. Sin embargo, el arsénico, administrado en estado de disolucion, puede pasar á la sangre. Efectivamente, si se pone una vena á descubierto, y se la sumerge en una disolucion del indicado cuerpo, cada glóbulo sanguineo terminará por combinarse, es decir por envenenarse.

Echase de ver, que las combinaciones arsenicales que no son susceptibles de unirse con ninguna parte del organismo, aun administradas en alta dosis, carecerán de influencia sobre la vida; asi que muchos arsenitos básicos é insolubles son enteramente inocentes, y una de las combinacione de arsénico, la mas rica en este principio, la que por su composicion se aproxima mas á las combinaciones orgánicas, la *alcargena*, descubierta por BUNSEN, no ejerce la menor influencia perniciosa sobre la economía.

Esta diferencia que se echa de ver en la accion permite fijar con alguna certeza los límites, pasados los cuales, estas sustancias dejan de obrar como venenos. En efecto, como la combinacion no puede tener lugar sino segun las leyes de la química, es preciso que la muerte sobrevenga cuando el órgano, hallándose en contacto con el veneno, encuentra este en bastante cantidad para combinarse con él en la totalidad, átomo por átomo; en el caso contrario, una parte del órgano conserva sus funciones vitales.

Segun las proporciones en que la fibrina se une al ácido hidroclórico, al óxido de plomo y al óxido de cobre, su equivalente, tal como ha sido determinado por las investigaciones de MULDER (1), debe espresarse por el número 6361. Segun esto, se puede admitir aproximadamente que una cantidad de fibrina representada por 6361 se combinará con 1 equivalente de ácido arsenioso ó de sublimado corrosivo.

Mezclando 6361 p. de fibrina en estado anhidro con 30,000 p. de agua, la obtenemos absolutamente en las mismas condiciones en que se halla contenida en la sangre y en la fibra muscular. En este estado, 100 gr. de fibrina formarán una combinacion saturada con 3$^{4}/_{10}$ gr. de ácido arsenioso y con 5 gr. de sublimado corrosivo. Por otra parte, el peso atómico de la albumina del huevo y de la sangre, tal como resulta de su combinacion con el óxido de plata, se espresa por 7447; y el de la gelatina animal por 5652. 100 gr. de albumina saturada de agua al mismo grado que en un cuerpo vivo, se combinan con 1$^{1}/_{4}$ gr. de ácido arsenioso. Estas proporciones, que se pueden considerar como el maximum, demuestran, atendiendo el número tan elevado del peso atómico de las sustancias orgánicas, á qué débil dosis los cuerpos, tales como el sublimado corrosivo y los ácidos formados por el arsénico, pueden producir la muerte.

Todas las sustancias empleadas como contravenenos producen esclusivamente su efecto, privando á estos cuerpos de

---

(1) Anales de POGGENDORFF T. XL pág. 259.

la facultad de combinarse con las materias animales. Desgraciadamente no existe un solo cuerpo que pueda neutralizar ó vencer esta facultad. Despues de formadas estas combinaciones no nos es posible combatirlas sino por afinidades violentas no menos funestas.

Segun esto, es preciso que la medicina se limite á combinar con otro cuerpo la porcion del veneno que se halla todavía libre que, en determinadas circunstancias, sea insoluble é indescomponible; para este fin, el *hidrato de peróxido de hierro* es uno de los agentes mas preciosos.

Hemos dicho que si el sublimado corrosivo y el arsénico obran simplemente sobre la superficie de los órganos, solo muere la parte que entra en combinacion; la escara que se forma en este caso se separa insensiblemente, y es espelida.

A no dudar, las sales de plata solubles producirian la muerte del mismo modo que el sublimado corrosivo, si en el cuerpo humano no existiese una causa que las neutralizase, cuando estas materias no se hallan en cantidad escesiva: esta causa es la sal comun que existe disuelta, la cual domina en todos los fluidos. Por lo que toca á lo demas, el nitrato de plata se combina del mismo modo que el sublimado corrosivo con las partes animales, cuyas combinaciones ofrecen en un todo los mismos caractéres.

Preservan igualmente los órganos de la putrefaccion y de la eremacausia. En efecto, aplicado sobre la piel, en contacto con las fibras musculares y otras materias animales, este cuerpo se une instantáneamente á ellas. El nitrato de plata precipita igualmente las disoluciones de las materias animales ó lo que es lo mismo las coagula.

Las combinaciones que se producen en estos casos son incoloras; resisten á la accion de otros agentes químicos, y como todas las combinaciones de plata, se ennegrecen á la luz, que reduce en parte el oxido de este metal. Asi es que, las materias animales que llegan á combinarse con la sal de plata dejan de pertenecer al cuerpo organizado y vivo: cesan de contribuir á la asimilacion, y si pueden reproducirse, se separan del cuerpo bajo la forma de una costra de carne muerta, y se hallan

reemplazadas por una materia sana y no combinada. Si se introduce en el estómago una cantidad moderada de nitrato de plata, se trasforma instantáneamente en cloruro, por efecto de la sal comun ó del ácido hidroclórico que existen en él. El cloruro de plata es enteramente insoluble en el agua pura; sin embargo, se disuelve en cortísima cantidad en una disolucion de sal comun y en el ácido hidroclórico; esta pequeña cantidad es la que únicamente produce el efecto, el resto se separa y sale por las vias ordinarias. Este hecho es una consecuencia de un principio segun el cual, en el cuerpo humano no hay accion sino cuando los cuerpos que se hallan en contacto son solubles; es decir, cuando poseen la facultad de obedecer á cualquier movimiento.

Por lo que respecta á las sales de plomo solubles, sabemos que todas ellas poseen las propiedades de las sales de plata y de mercurio; sin embargo, todas las combinaciones del óxido de plomo con las materias animales se descomponen por el ácido sulfúrico diluido. Hé aqui la razon por qué los operarios de las fábricas de albayalde, que beben diariamente como preservativo una limonada de ácido sulfúrico (mezcla de unas gotas de ácido sulfúrico, de agua y azúcar) no son atacados del cólico de pintores ó saturnino.

Las materias orgánicas que se han combinado en el cuerpo con los óxidos ó con las sales metálicas pierden la facultad de absorber y de retener el agua, sin que por esto dejen de ser permeables á los líquidos. Cuando se hallan en contacto con estos, se contraen. El sublimado corrosivo, asi como tambien algunas sales de plomo, cuando se hallan en cantidad de alguna consideracion, poseen la propiedad particular de disolver las combinaciones insolubles que forman primero; lo que dá por resultado, no la contraccion del órgano envenenado sino su disolucion.

Las sales de cobre, aun las que están constituidas por los ácidos mas enérgicos, se reducen al estado metálico ó al de protóxido por la accion de muchas sustancias vegetales, particularmente por el azúcar y la miel, y por lo tanto se trasforman en cuerpos que no son susceptibles de combinarse con

las materias animales. Asi que, las sustancias de esta naturaleza ha tiempo que se usan como contravenenos los mas eficaces.

Respecto á la accion venenosa del *ácido prúsico* y de las *basss orgánicas*, tales como la *estricnina*, la *morfina*, etc., hasta el presente carecemos de hechos que puedan conducirnos á nociones exactas; pero se puede pronosticar que no está distante el dia en que las esperiencias acerca del modo como se conducen con las sustancias animales darán bajo este respecto la esplicacion mas satisfactoria.

Los cuerpos que hemos examinado hasta aquí ejercen una accion sobre la economía animal, bien sea porque tienen la facultad de combinarse, ó porque contienen un principio venenoso. Mas existe una clase de sustancias no menos mortíferas que son el producto de varias descomposiciones particulares, cuya accion es enteramente diferente. Estas sustancias obran como venenos á causa del estado particular en que se encuentran.

Para formarnos una idea exacta del modo como ejercen su accion, es preciso recordar la causa que escita los fenómenos de fermentacion, de putrefaccion y de eremacausia. Esta causa, bajo la forma mas sencilla, puede espresarse por la fórmula siguiente, erigida en principio ha mucho tiempo por LAPLACE y BERTHOLLET, pero sin que la demostrasen por la via de la esperiencia con hechos químicos: *Una molécula puesta en movimiento por una fuerza cualquiera, puede comunicar este movimiento á otra molécula que se halle en contacto con ella.* Segun esto es una ley de mecánica que se manifiesta siempre que la resistencia (fuerza, afinidad ó cohesion) que se opone al movimiento es insuficiente para neutralizarle.

Pero sabemos que el fermento es un cuerpo en descomposicion, cuyas moléculas, habiendo perdido el equilibrio, se hallan en movimiento. Si se le agita en un vaso con agua y azúcar, sus moléculas trasmiten su estado á los elementos del azúcar; estos se agrupan entonces de tal modo que dan orígen á dos nuevos compuestos mas sencillos, que son el ácido carbónico y el alcohol, compuestos en los cuales las partes cons-

tituyentes se hallan retenidas en combinacion con una fuerza mucho mayor que en el azúcar. Esta fuerza que les mantiene unidos en esta forma, se opone á toda trasformacion ulterior de dichos compuestos por efecto del mismo movimiento.

Sabemos ademas, que si se pone azúcar en contacto con otras materias, tales como el cuajo ó los principios de los jugos vegetales en putrefaccion, materias cuyo estado de descomposicion es diferente del en que se encuentran, por ejemplo, las moléculas de la levadura; ó en otros términos, que si se comunica á los elementos del azúcar un movimiento diferente, se trasforma en otros productos; entonces no obtenemos alcohol ni ácido carbónico, sino ácido láctico, manita y goma.

Otro de los puntos que hemos establecido con claridad, es que la levadura mezclada con una disolucion de azúcar pura desaparece poco á poco completamente, en tanto que en un zumo vegetal, que ademas contiene glúten, este último se descompone y se separa bajo la forma de levadura; pero la trasformacion del glúten en levadura depende de la cantidad de azúcar que entra en descomposicion, ó lo que es lo mismo en fermentacion; porque si desaparece la totalidad del azúcar y queda todavía en el líquido glúten no alterado, este no esperimenta ninguna otra trasformacion por efecto de la levadura que se separa, pero conserva todos sus caractéres.

La levadura es un producto de la descomposicion del glúten, que en presencia del agua, á cada instante entra en un segundo período de descomposicion. En este último estado es en el que adquiere la facultad de escitar la fermentacion en una nueva cantidad de agua azucarada, y si esta agua contiene glúten, como sucede en el mosto de cerveza, la descomposicion de los elementos del azúcar produce una nueva cantidad de levadura. Concíbese, segun esto, que no puede ponerse en duda que la reproduccion de la levadura no es análoga á la de una semilla por otra semilla.

Hé aqui una conclusion que emana de estos hechos: un cuerpo en descomposicion, al que daremos el nombre de escitador, introducido en una mezcla líquida que contenga los elementos, puede reproducirse del mismo modo que el fermento en

un zumo vegetal en que exista glúten, y esta trasformacion se efectúa con mas seguridad si entre los elementos de la mezcla se halla el que ha dado orígen al cuerpo escitador. Ademas, es evidente que si el escitador no puede trasmitir su estado de metamórfosis sino á un solo elemento de la mezcla líquida, se reproducirá á consecuencia de la descomposicion prévia de este solo cuerpo.

Apliquemos ahora estos principios á las materias orgánicas y á los productos de la economía animal. Sabemos en primer lugar, que todos los elementos de estas materias se derivan de la sangre; reconocemos en ella, segun su composicion y sus principios, la materia mas complexa de cuantas existen. Hé aqui por qué la naturaleza la ha destinado á la reproduccion de cada órgano, y la ha dado precisamente por carácter esencial el obedecer á toda especie de atraccion; sus elementos se hallan por esta causa en una metamórfosis contínua que difiere segun las modificaciones que cada órgano la hace esperimentar. Pero en tanto que por la actividad de ciertos órganos, tales como el estómago, dá nuevas formas á todas las materias orgánicas susceptibles de metamorfosearse, y obliga á sus elementos á concurrir á la formacion de una sustancia única destinada á producir la sangre, esta carece totalmente de la facultad de producir las metamórfosis, pero en cambio se presta á todas las trasformaciones, y bajo este respecto ninguna materia puede compararse con ella. Recordaremos en este lugar un hecho bien conocido: la sangre corrompida, la sustancia cerebral, el pus y la hiel en putrefaccion, aplicadas sobre las llagas vivas, producen vómitos, postracion, y despues de un período mas ó menos largo, la muerte. Se conoce otra particularidad no menos demostrada por la esperiencia: los cadáveres que se tienen por algun tiempo en los anfiteatros de anatomía pasan frecuentemente á un estado de descomposicion que puede comunicarse á la sangre de los seres vivientes, y basta la herida mas ligera hecha con un escalpelo que haya servido en la diseccion para ocasionar una enfermedad mortal.

Es preciso colocar en esta clase, entre los cuerpos que en estado de descomposicion producen un efecto idéntico, el prin-

cipio venenoso que se desenvuelve en ciertas preparaciones del ramo de salchichería. Esta especie de veneno es poco conocido en Francia; pero en Alemania está probado que en muchos casos la muerte ha sido ocasionada por morcillas corrompidas. Estos accidentes se presentan principalmente en el Wurtemberg, en donde se acostumbra á preparar esta clase de alimentos con ingredientes los mas diversos, tales como sangre, hígado, tocino, sesos, leche de vaca, harina, pan, sal, especias, etc. Esta especie de morcillas, cuando estan bien preparadas, se pueden conservar por algunos meses, y son gratas al paladar; pero cuando tienen poca sal, y especialmente si se ha tardado en ponerlas al humo, ó se las ha tenido poco tiempo en este estado, se desenvuelve, principiando por el centro, una especie particular de putrefaccion en la que no se advierte desprendimiento alguno de gases; únicamente el color de la mezcla aparece menos intenso en el punto de donde parte la alteracion: se observa que la porcion descompuesta está mas blanda que la que no ha esperimentado todavía la putrefaccion, y que contiene ácido láctico libre ó lactato de amoniaco, como todos los productos animales y vegetales en putrefaccion.

Háse atribuido el principio venenoso de estas morcillas á él ácido prúsico y despues á el ácido sebácico, sin haber demostrado, ni aun por induccion, que estas materias existiesen en ellas. Pero el ácido sebácico no es mas activo que el ácido benzóico, al que se apróxima por muchas de sus propiedades, y todos los síntomas de la enfermedad son contrarios á los que debieran notarse si existiese el ácido prúsico. La desaparicion de la fibra muscular y de todas las partes esenciales del cuerpo que tienen la misma composicion que ella, preceden constantemente á la muerte producida por esta especie de envenenamiento. El enfermo se deseca, se momifica por decirlo asi; su saliva es viscosa é infecta; finalmente, el cadáver queda tan rígido como si estuviese helado, y no entra en putrefaccion. Aun cuando las investigaciones que se han hecho para descubrir el principio venenoso de estas sustancias alimenticias de que hablamos hayan sido infructuosas, sabemos sin embargo, que el agua hirviendo y el alcohol les privan de todo el princi-

pio venenoso sin ser absorbido por ellos. Se nota precisamente en este caso el carácter de todas las materias que solo ejercen una accion química en virtud del estado de descomposicion en que se encuentran. Este estado puede ser destruido por efecto del agua hirviendo y del alcohol, sin que estos agentes se apoderen, digámoslo asi, de la causa de la descomposicion, porque no se puede retener en un fluido una actividad ó una fuerza.

Las materias de la clase que nos ocupa afectan el organismo en tanto que el estómago, con el cual se hallan en contacto, carece de la facultad de paralizar la descomposicion en que se encuentran sus principios. Si por una via cualquiera pasan á la sangre, comunican á los elementos de esta todas sus propiedades activas. En el envenenamiento producido por esta especie de morcillas corrompidas, el modo con que se conduce el virus difiere del de las viruelas y de otros, en que este es destruido por el estómago; todos los principios putrescibles que contiene el cuerpo se descomponen poco á poco durante la enfermedad que sigue al envenenamiento, y despues de la muerte solo queda la grasa, los nervios y los huesos, materias que en determinadas circunstancias no entran en putrefaccion.

Es imposible equivocarse acerca del modo como ejercen su accion los cuerpos que nos ocupan, porque las esperiencias de COLIN han demostrado completamente que la carne muscular, la orina, el queso, la sustancia cerebral, etc., cuando se hallan en putrefaccion, pueden comunicar su propia descomposicion á una materia menos descomponible que la sangre. Vemos efectivamente que estas sustancias, mezcladas con agua azucarada, determinan la fermentacion del azúcar, la trasformacion de sus elementos en ácido carbónico y en alcohol. Sí, por ejemplo, el pus y la carne muscular en putrefaccion, cuando se les aplica sobre las llagas vivas, ocasionan enfermedades que terminan con la muerte, consiste evidentemente en que su estado de alteracion se comunica á la sangre, su principio generador, del mismo modo que el glúten en eremacausia ó en putrefaccion, produce en el agua azucarada una metamórfosis semejante en virtud de su estado.

Los venenos que se forman en ciertas enfermedades, tales

como las viruelas, la peste y la sífilis, egercen una accion análoga. Los elementos de la sangre dan orígen á principios de una naturaleza particular, que puestos en contacto con los de un hombre sano, producen una descomposicion idéntica á á la que ellos esperimentan. El mal se comunica y su principio parece se reproduce, del mismo modo que cuando una semilla engendra otra semilla.

Esta accion particular es tan parecida á la que ejerce la levadura sobre los líquidos que contienen á la vez azúcar y glúten, que ha mucho tiempo se habia establecido entre ellas una comparacion al menos figurada, y en verdad que un estudio mas profundo de todos estos fenómenos ha demostrado que sus efectos son debidos á la misma causa.

En una atmósfera seca todos estos venenos se conservan por mucho tiempo sin esperimentar alteracion; pero espuestos al aire y á la humedad pierden al poco tiempo su actividad. En el primer caso se hallan reunidas las circunstancias que paralizan la descomposicion sin destruirlos, y en el segundo, aquellas bajo las cuales esta descomposicion llega á su término.

El *calor* y el *contacto con el alcohol*, como ya hemos dicho, neutralizan su accion. Los *ácidos*, las *sales mercuriales*, el *ácido sulfuroso*, el *cloro*, el *iodo*, el *bromo*, los *principios aromáticos*, los *aceites volátiles* y principalmente los *empireumáticos*, el *humo* y la *decoccion de café* son sustancias que les privan completamente de su propiedad contagiosa, bien sea porque se combinan con ellos, ó porque les hacen esperimentar alguna descomposicion.

Adviértese que los agentes que acabamos de mencionar pertenecen, sin escepcion, á aquellos que se oponen en general á la fermentacion, á la putrefaccion y á la eremacausia, cuyas descomposiciones paralizan siempre que se hallan en cantidad suficiente.

Hasta el presente no se ha conseguido aislar en el virus de las viruelas ni en el de la peste un principio especial al que puedan atribuirse sus efectos, porque estos son debidos á una fuerza enteramente particular, cuya existencia no se manifiesta á los sentidos sino por sus efectos. Para esplicar esta fa-

cultad propagadora de los contagios, se les ha supuesto dotados de una vida particular, semejante á la del germen en las semillas, es decir, de la facultad de desarrollarse en ciertas circunstancias favorables, de reproducirse y de multiplicarse. A la verdad, esta imágen es la mas exacta de que podemos servirnos para esplicar estos fenómenos, y es tan aplicable á los contagios como al fermento, á las sustancias animales ó vegetales en putrefaccion, en fermentacion ó en eremacausia, y á la madera podrida, que en contacto con la que está sana la pone poco á poco en el estado de descomposicion en que ella se halla. Pero repetimos que esto no es mas que una imágen.

Si se designa por la palabra vida la *facultad que posee una materia de producir en otra un cambio por medio del cual la primera se halle reproducida con todas sus propiedades*, todos los fenómenos de que acabamos de hablar pertenecen indudablemente al dominio de la vida; pero no deberia restringirse tanto esta espresion; por el contrario deberiamos hacerla estensiva á la mayor parte de los fenómenos de la química orgánica. En do quiera que actúen las fuerzas químicas nos hallariamos obligados á presuponer la vida.

Asi que, sírvamonos de un primer cuerpo, la oxamida por ejemplo, que apenas se disuelve en el agua y que carece absolutamente de sabor; mezclemos con ella otra sustancia que debe reproducirse, que en el caso presente es el ácido oxálico en disolucion.

Hé aqui lo que sucede: en las condiciones convenientes, el ácido oxálico descompone la oxamida; los elementos del agua se reunen á los de la oxamida, y esta última dá orígen por una parte á el amoniaco y por otra á el ácido oxálico, combinaciones que se producen exactamente en la relacion necesaria para formar una sal neutra.

Hemos puesto en contacto oxamida y ácido oxálico, y por efecto de una metamórfosis, la oxamida se ha descompuesto en amoniaco y ácido oxálido. El ácido oxálico que se habia puesto en un principio y el que se ha regenerado, se combinan con el amoniaco; es decir, despues que ha terminado la reac-

cion, el líquido contiene tanto ácido oxálico libre como cuando se pusieron estas sustancias en contacto, y este ácido oxálico ha conservado su eficacia. Poco importa el que el ácido añadido haya sido el que ha entrado en combinacion ó que el ácido regenerado haya quedado en libertad, pues siempre resulta que por la descomposicion ha sido reproducido en igual cantidad.

Si despues que se ha efectuado la descomposicion, se añade á la mezcla una cantidad de oxamida igual á la primera, y se la somete á un tratamiento análogo, se reproduce exactamente la misma reaccion que en el caso anterior. El ácido oxálico que se hallaba en libertad, ha entrado en combinacion, pero ha quedado aislada una cantidad igual. Por este medio se pueden llegar á descomponer centenares de libras de oxamida con proporciones muy pequeñas de ácido oxálico, y producir con un solo grano una cantidad indeterminada de ácido oxálico.

La sangre, en contacto con el virus de las viruelas, esperimenta una alteracion á consecúencia de la cual sus elementos reproducen este virus. Esta metamórfosis no cesa sino despues que se ha terminado la trasformacion de todos los glóbulos descomponibles. Del mismo modo, por el contacto del ácido oxálico y de la oxamida, se produce ácido oxálico que ejerce una accion análoga sobre una nueva cantidad de oxamida, y esta metamórfosis no tiene otros límites que los de la proporcion de oxamida. A juzgar por las apariencias, estas dos trasformaciones deben colocarse en una misma clase. Sin embargo, un observador poco atento, podrá atribuir únicamente á un principio dotado de vida estos últimos fenómenos: aunque ofrecen una aplicacion rigorosa de la definicion que hemos dado de la vida, son tan solo el resultado de las fuerzas químicas ordinarias.

La palabra vida implica tambien, ademas de la idea de reproduccion, la de una actividad ó de una fuerza que se nos manifiesta bajo una forma determinada. Por medio de los agentes químicos, podremos producir muy bien los elementos de la fibra muscular, de la piel, de los cabellos, etc., pero nunca

llegaremos á formar un cabello, una fibra ó una célula. Precisamente la facultad de hacer servir los alimentos que se presentan á los órganos, no solo para reproducir sus elementos, sino su propia sustancia con su forma, composicion y todas sus propiedades, es lo que caracteriza esencialmente la vida orgánica, y lo que la distingue de las fuerzas químicas. Estas, por el contrario, estan subordinadas á la misma causa que determina la reproduccion de los órganos. La existencia de esta causa solo se nos manifiesta por los fenómenos particulares á que dá origen, y nosotros investigamos las leyes como las de todas las causas de donde se derivan las trasformaciones y los movimientos.

Esta causa modifica las fuerzas químicas en sus efectos, del mismo modo que la electricidad, el calor, el movimiento mecánico, el choque y la frotacion. Asi es, que por la influencia de estos agentes, pueden esperimentar un cambio de direccion, un aumento ó una disminucion de intensidad, y hasta pueden llegar á ser destruidas por ellos.

Tal es el género de influencia que la fuerza vital ejerce sobre las fuerzas químicas, y no hay necesidad de atribuirle á otra causa. Asi que, siempre que se efectúa una combinacion ó descomposicion, se debe á la accion que ejercen la afinidad química y la cohesion. Nosotros no tenemos otras pruebas para convencernos de la existencia vital, sino porque se manifiesta por medio de instrumentos ó de órganos particulares, que son los móviles. Pero cualquiera que sea la especie de actividad que presenta una materia, si no se nos manifiesta por ninguna forma visible, si no podemos descubrir ningun órgano de donde parta la impulsion del movimiento ó de la trasformacion, tenemos una seguridad de que carece de vida; en este caso su accion es puramente química, y se halla mas ó menos modificada por el calor, la luz, la electricidad ó cualquiera otra influencia, segun acabamos de decir.

La fuerza vital modifica tambien de un modo análogo el efecto de las fuerzas químicas. Todas las sustancias que consideramos como alimentos, y todas las materias orgánicas formadas por estos, son combinaciones químicas, en las cuales, por

consiguiente, la fuerza vital no tiene otra resistencia que superar, para engendrar los elementos de los órganos, que las fuerzas químicas que hacen permanezcan unidos; si los alimentos estuviesen dotados de una vida peculiar, sería un nuevo obstáculo que la fuerza vital de los órganos tendria que vencer, y al mismo tiempo las fuerzas químicas aumentarian la resistencia. Ademas, todas las sustancias destinadas á la asimilacion son unos cuerpos muy complexos, que ó no ejercen ninguna accion química ó por lo menos esta es sumamente débil. Son el resultado de la union de dos ó mas moléculas mas simples, y á medida que pasan á un órden de combinacion mas elevado, á causa de haberse aumentado el número de átomos de sus elementos, se nota tambien que disminuye la tendencia que tienen á formar combinaciones ulteriores, ó lo que es lo mismo, la facultad que poseen de reaccionar sobre otras sustancias.

Pero con su complexidad aumenta tambien su propension á metamorfosearse bajo la influencia de causas estrañas; cada fuerza, que en muchos casos puede ser el choque ó la frotacion, es suficiente para turbar el equilibrio de sus elementos, asi es que se agrupan en otro órden y producen combinaciones mas simples y mas estables.

Reasumiendo lo espuesto, diremos que lo que carecteriza especialmente una snstancia alimenticia y asimilable, es la desaparicion de esta accion química, esto es la complexidad de composicion, asi como la aptitud para metamorfosearse.

La fuerza vital altera el equilibrio de atraccion de estas sustancias, como pueden hacerlo otra porcion de agentes. Pero el agruparse estos mismos elementos bajo otra forma, manifiesta una atraccion de una naturaleza enteramente particular, y prueba en último resultado la existencia de cierta fuerza distinta de todas las demas.

Todos los cuerpos de composicion simple poseen una tendencia contínua, mas ó menos pronunciada, á formar combinaciones. Asi es, que si por ejemplo comparamos el ácido oxálico, que es el ácido orgánico de composicion mas simple, con el ácido esteárico, que es uno de los mas complexos, se nota

que el primero tiene una tendencia mucho mas pronunciada á combinarse con otros cuerpos.

En virtud de esta tendencia, los cuerpos cuya composicion es mas sencilla, promueven una trasformacion en todos los casos en que no encuentran resistencia.

La fuerza vital es la que opone hasta cierto punto una resistencia invencible, á la influencia contínua que ejerce la atmósfera, la humedad y el calor sobre el organismo. La contínua renovacion, y las compensaciones perpétuas de las diferentes fuerzas de que se compone, son las que mantienen el movimiento y la vida. Lo mas maravilloso de la economía animal, es que una sabiduría infinita ha hecho de una causa de alteracion perpétua, de la continuidad del acto respiratorio, el origen de la renovacion de los órganos, el medio de resistencia contra todas las intemperies.

Si se introduce en el estómago ó en cualquier otro órgano una combinacion química de composicion simple, que por consiguiente tienda á producir nuevos compuestos, ó á promover alteraciones, es claro que debe actuar químicamente sobre todas las materias con quienes se halla en contacto; ó lo que es lo mismo, debe tender á combinarse con ellas ó á descomponerlas.

La accion química de esta sustancia tiene naturalmente que vencer la fuerza vital; si prepondera esta última, el resultado es, segun la mayor ó la menor actividad de la sustancia, una alteracion, sin que desaparezca la fuerza vital, ó lo que es lo mismo, un efecto higiénico: si el cuerpo actuante sucumbe, es digerido: ó finalmente si predomina la accion química, obra como veneno.

Todas las materias pueden servir de alimento cuando pierden el caracter que les es propio por la influencia de la fuerza vital, sin ejercer ninguna accion química sobre el órgano que funciona.

Hay otra clase de materias que cambian la direccion y la intensidad de la resistencia que opone la fuerza vital, y por esta causa las funciones de los órganos se modifican igualmente. Estas materias promueven una perturbacion, bien sea debida única-

mente á su presencia, ó bien porque ellas mismas llegan á alterarse; pertenecen á este grupo las *sustancias medicamentosas.*

Existe además otra clase de cuerpos á los que damos el nombre de *venenos* cuando tienen la facultad de combinarse con los órganos ó sus partes constituyentes, y esta tendencia supera á la resistencia que opone la fuerza vital. Por otra parte, se concibe que el modo con que ejercen su accion química depende enteramente de la masa y del estado de estos cuerpos.

Un aumento de masa , que equivale siempre á un aumento de afinidad, puede hacer que un *medicamento* obre como un *veneno*, y recíprocamente un *veneno* puede hacer veces de un *medicamento* siempre que se le administre á dosis muy refractas.

Los alimentos pueden producir una enfermedad, es decir degenerar en venenos, cuando su masa es demasiado considerable para ejercer una accion química, ó cuando su estado ó su presencia disminuye ó paraliza el movimiento de los órganos.

Un cuerpo puede obrar como veneno cuando todas las partes orgánicas con quienes se halla en contacto, han formado con él un compuesto químico , ó ejercer una accion medicinal, si solo ha producido una alteracion parcial. De todas las partes que constituyen el conjunto de órganos, no hay una que presente menos resistencia á las influencias esteriores que la sangre. No podemos considerarla como un órgano perfecto, en razon á que se está siempre formando, y á que es la que enjendra todos los demas órganos.

Las fuerzas química y vital se hallan en un equilibrio tan perfecto, que basta que una causa cualquiera llegue á perturbarle para que esperimenten una alteracion en sus principios. La sangre no puede ser separada del cuerpo sin que esperimente una metamórfosis instantánea, ni hallarse en contacto con un órgano cualquiera sin ceder á su atraccion. Todas las acciones químicas, por débiles que sean, la alteran; asi que, es suficiente el contacto momentáneo del aire, por medio de las células y membranas, para que cambie de color y de composicion. Sus efectos lejos de cesar, se propagan de globulo en

globulo, y cuando el cuerpo que los escita se halla en fermentacion, en putrefaccion ó en eremacausia, hace que se perturbe el equilibrio de las fuerzas que estaban neutralizadas en la sangre. La fuerza química llega entonces á preponderar, que es á lo que tiende continuamente, y de esta lucha resultan una infinidad de modificaciones en la naturaleza y estado de las combinaciones que forman los elementos de la sangre.

Todos los fenómenos se oponen á que admitamos en los *contagios* una vida particular. Verdad es que sus efectos tienen cierta conexion con algunos actos de la economía animal, pero la causa que los promueve es únicamente una accion química que puede ser neutralizada por otras acciones químicas que obren en sentido opuesto. Entre las materias venenosas producidas por las enfermedades, hay unas que pierden en el estómago su accion nociva y otras que la conservan; una prueba bien evidente de que su naturaleza y actividad son enteramente químicas, es que la primera clase comprende aquellas que por su composicion presentan caracteres neutros ó alcalinos, como el virus de la inflamacion del bazo ó de las viruelas y la segunda las que ejercen una reaccion ácida, tal como el veneno de las morcillas podridas de que hemos hablado. El ácido libre que existe siempre en el estómago, es el que en un caso neutraliza la accion química, y en el otro la dá aun mayor fuerza, ó por lo menos no la opone el menor obstáculo. Observando con el microscopio el pus podrido y la vacuna, se han descubierto en ellos globulos semejantes á los de la sangre. Este descubrimiento vino á apoyar todavia mas la opinion de que el contagio era el producto de una alteracion de los órganos, y creyóse ver en estos globulos el germen vivo de la enfermedad.

Semejante sistema se halla en contradiccion con los hechos. Los sabios que buscan la esplicacion de los fenómenos en la forma de la materia, ¿no han sido conducidos por él á considerar tambien la levadura como animada, y hasta figurarse que existen vegetales ó animalitos que se alimentan de azúcar y espelen como escrementos el alcohol y el ácido carbónico? No hay duda que sería una cosa estraña y hasta maravillosa el ver nacer, durante los actos de la descomposicion que cons-

tituyen la putrefaccion y la fermentacion, sustancias de estructura cristalina, es decir, sustancias dotadas de una forma geométrica, de materias organizadas y partes de órganos. Por el contrario, sabemos que antes de trasformarse completamente un cuerpo en combinaciones inorgánicas, pasa por una serie de metamórfosis que le hacen perder insensiblemente sus formas. Puede suceder que no lleguemos á distinguir á la simple vista la alteracion que ha esperimentado la sangre al descomponerse, y si hallamos sus globulos en un virus fluido y contagioso, esto prueba á lo mas que no han tomado ninguna parte en la descomposicion. Podemos separar de los huesos todo el fosfato de cal, de modo que queden tan trasparentes y flexibles como la piel; ademas, se puede hacer por medio de la combustion que queden reducidos á un esqueleto de fosfato de cal, sin que por esto pierdan su forma. Del mismo modo, en la descomposicion de la sangre, ciertos elementos ó principios pueden destruirse y hasta desaparecer, ínterin que otros conservan su forma. Hay contagios que se propagan por medio del aire; por consiguiente atendiendo á lo que antecede, nos veríamos obligados á admitir que un gas ó un cuerpo aeriforme se halla dotado de vida.

Todas las pruebas que se han aducido en apoyo de que los contagios estaban dotados de una vida orgánica, debemos considerarlas á lo mas como imágenes que ponen de manifiesto los fenómenos sin esplicarlos. Estas espresiones figuradas, que en todas las ciencias satisfacen tan facilmente al entendimiento, solo son un espejo engañoso que fascina en la investigacion de la verdad.

No hay duda que los contagios son el efecto de una causa particular, que se halla subordinada á ciertas fuerzas químicas, sin relacion alguna con la fuerza vital: causa que se presenta en do quiera que no encuentra ninguna resistencia que vencer, y que se manifiesta por una serie conexa de alteraciones y de metamórfosis que se trasmiten á todas las materias susceptibles de esperimentar una trasformacion análoga. Por esto vemos, que una sustancia animal en descomposicion ó un producto morbido desarrollado en el seno de los órganos,

comunica su propia alteracion á todas las partes de un individuo vivo que son susceptibles de esperimentarla de un modo igual, á no ser que su accion encuentre en estas partes alguna causa que la paralice ó la neutralice.

Comunicada ya la enfermedad, la metamórfosis que ha escitado el contagio presenta una serie de formas de las cuales nos vamos á ocupar. Si con objeto de fijar con exactitud nuestras ideas acerca de esta materia, examinamos los cambios que esperimenta bajo las mismas influencias, uno de los cuerpos de constitucion mas sencilla, tal como el azúcar, veremos que la sangre ó la levadura alteradas le descomponen en alcohol y ácido carbónico. El cuajo en estado de descomposicion contribuye á que sus moléculas se agrupen en otro orden, porque sin añadir ó sustraer ningun elemento, el azúcar se convierte en ácido láctico (1 átomo de azúcar de uva $C_{12}\ H_{24}\ O_{12}$ produce 2 de ácido láctico 2 ($C_6\ H_{12}\ O_6$).

Si se hace fermentar el azúcar, tal como se encuentra en el zumo de las cebollas ó de las remolachas, á una temperatura elevada, produce ácido láctico, manita y goma. Segun la especie de trasformacion á que se hallaban sometidos los elementos del cuerpo que ha promovido la metamórfosis, los del azúcar se han agrupado en un órden distinto, y por lo tanto han resultado productos diferentes. El contacto inmediato de la sustancia en descomposicion es el que ha determinado el cambio de forma y de composicion de las moléculas del azúcar; si se la separa se consigue paralizar su trasformacion, pero si se ha terminado la metamórfosis de la materia escitadora y quedan aun sin descomponerse elementos de azucar, estos permanecen en el mismo estado. En ninguna de las especies descomposicion que hemos mencionado, se reproduce el cuerpo que las promueve, en razon á que los elementos del azúcar no reunen las condiciones necesarias.

Asi como la levadura, la carne corrompida y el estómago de vaca en descomposicion alteran el azúcar sin que esta se reproduzca, del mismo modo tambien, los miasmas y algunos otros principios contagiosos dan orígen á enfermedades en las cuales se trasmite á ciertos órganos el estado de descomposi-

cion en que ellos se encuentran, sin que se engendren nuevamente con la forma y constitucion que les son propias, en cuyo caso la enfermedad no es contagiosa. Por otra parte, si ponemos la levadura en contacto, no con el agua azucarada, sino con el mosto de cerveza, que contiene azúcar y glúten, notaremos que el azúcar que se descompone determina en el glúten un cambio de forma y de constitucion, y que este último llega hasta esperimentar cierta metamórfosis; mientras existe azúcar en fermentacion, el glúten se separa en estado de levadura, y adquiere por este medio la facultad de reaccionar sobre una nueva cantidad de agua azucarada ó de mosto de cerveza. Si el azúcar se ha descompuesto en su totalidad y queda todavía glúten, este conserva su naturaleza primitiva.

En el caso presente la reproduccion del cuerpo escitador depende: 1.° de la presencia de las mismas materias á las que debe su primer orígen; 2.° de la de otra materia que sea susceptible de descomponerse en contacto del cuerpo escitador.

Apliquemos ahora cuanto llevamos dicho á la reproduccion de los contagios. Es un hecho que todas las enfermedades contagiosas tienen su orígen en la sangre, y por consiguiente la de un individuo en su estado normal contiene el elemento de la descomposicion del cual puede nacer el cuerpo escitador. Despues, cuando se ha trasmitido ya el mal, debemos suponer que la sangre contiene otro elemento susceptible de descomponerse por el anterior: solo despues de efectuada esta segunda metamórfosis es cuando puede reproducirse el cuerpo escitador primitivo.

La predisposicion que tiene un individuo sano á contagiarse, supone que existe en su sangre cierta cantidad del segundo cuerpo. Á medida que aumenta su masa, aumenta tambien su predisposicion, despues la intensidad de la enfermedad, á cuyas fases sigue la disminucion y la desaparicion. Si se introduce en la sangre de una persona sana, pero predispuesta al contagio, una cantidad, por pequeña que sea, de la materia escitadora, esta se reproducirá como la levadura en el mosto de cerveza; el estado de metamórfosis en que se encuentra se trasmitirá á una de las partes constituyentes del fluido, y á

consecuencia de la trasformacion que esperimentará otra de sus partes, podrá dar origen á un cuerpo enteramente idéntico ó semejante al escitador, cuerpo cuya cantidad deberá ir constantemente en aumento: la metamórfosis que esperimenta en la sangre este nuevo cuerpo escitador se efectúa con mas lentitud que la combinacion que él descompone.

Si, por ejemplo, la metamórfosis de la levadura reproducida se efectuase en la fermentacion del mosto de cerveza con igual rapidez que la de las moléculas del azúcar, ambas sustancias desaparecerian á la vez despues que se hubiese terminado la fermentacion. Pero la primera necesita mucho mas tiempo; y cuando la segunda ha desaparecido completamente, existe aun de aquella una cantidad mucho mas considerable que la que habia en un principio, la cual, como conserva todas sus propiedades activas, pasa por una série sucesiva de metamórfosis.

La descomposicion de una molécula sanguínea se comunica á una segunda, á una tercera y asi sucesivamente á todas las del cuerpo; pasa tambien á una molécula sana de un segundo individuo, de un tercero, etc.; es decir, que hace que se desarrolle en ellos la misma enfermedad. Es preciso convenir que existe en la sangre un número considerable de ciertas materias que varian segun los individuos, y aun en una misma persona, en los diversos periodos de su vida. En la infancia y en la juventud la sangre contiene cantidades de materias que no se hallan en las demas edades.

La predisposicion á ser infectado durante la infancia por ciertos cuerpos escitadores, supone necesariamente una propagacion, una reproduccion de estos cuerpos á consecuencia de la metamórfosis que esperimentan las materias contenidas en la sangre; si llegan á faltar no hay contagio. La enfermedad recibe el nombre de *benigna* cuando las metamórfosis de las dos partes constituyentes del cuerpo, no esenciales á la vida, se efectúan simultáneamente sin que las demas tomen parte en su descomposicion y sin que los órganos lleguen á interesarse; pues en el caso contrario es *mortal*.

Es imposible concebir que en la sangre se verifique un cam-

bio de sustancias, una metamórfosis de sus principios en grasa, en fibra muscular, en nervios, en materia cerebral, en huesos, en cabellos, etc.; en fin, una trasformacion de las sustancias alimenticias, sin que se formen á la vez otra especie de combinaciones que sean espulsadas por los órganos secretorios. Cuando el hombre ha llegado á su perfecto desarrollo estas secreciones difieren poco respecto á su composicion y cantidad. En este estado, todas sus partes se encuentran perfectamente formadas; los alimentos que consume no se invierten en el aumento de su masa; pues únicamente sirven para reemplazar las pérdidas que esperimenta, porque cada movimiento, cada ejercicio y cada acto orgánico, se determina en él por un cambio de sustancias, por una forma nueva que afectan sus partes constituyentes (1).

Durante la infancia, la actividad normal que tiene por objeto el sostenimiento del individuo, vá acompañada de otra actividad estraordinaria, que es el orígen del crecimiento y del aumento de la masa del cuerpo en todas sus partes; necesariamente el cuerpo contiene en la época de la adolescencia una cantidad mucho mayor de materias estrañas á la economía que la sangre distribuye por todas sus partes.

Cuando los órganos evacuantes se hallan en estado normal, las espulsan del cuerpo; pero una perturbacion cualquiera en sus funciones hace que se acumulen en la sangre, ó con especialidad en alguna parte del cuerpo. La piel, el pulmon ú otros órganos desempeñan las funciones de los órganos enfermos, y si en este caso las secreciones llegan á esperimentar una metamórfosis progresiva, tienen la facultad de causar la misma alteracion en los demas órganos completamente sanos; si bien es preciso que estos se hallen predispuestos á esta comunicacion, ó lo que es lo mismo, que exista en ellos una sustancia

---

(1) Las investigaciones de BARRUEL acerca de los olores tan diversos que exhala la sangre, cuando se la mezcla con un poco de ácido sulfúrico, demuestran la existencia de materias particulares en los diferentes individuos; asi es que la sangre de un hombre blanco tiene otro olor que la de un moreno. Respecto á esto, la sangre de ciertos animales presenta aun diferencias muy notables con la del hombre.

que sea susceptible de esperimentar la misma especie de descomposicion.

El régimen de vida, los alimentos y un esceso de manjares nutritivos, aun cuando sean sanos, pueden producir estas materias predisponentes, del mismo modo que las privaciones, el desaseo ó el uso de alimentos corrompidos. Todas estas causas que determinan el contagio, debemos considerarlas como casuales; podemos impedir el que se formen, el que se acumulen y aun hasta espulsarlas del cuerpo, sin alterar sus principales funciones, esto es su salud. Por lo tanto, el desarrollo y el efecto de los contagios, considerados bajo este punto de vista, son una accion química que se efectúa en el cuerpo vivo, en la que toman parte todas las materias y todos los principios constituyentes de los órganos, en que no prepondera la fuerza vital. Por consecuencia esta accion se estiende á todas las partes del cuerpo, ó bien se limita á ciertos órganos; en una palabra la enfermedad ataca únicamente un órgano ó los ataca todos, segun la mayor ó menor resistencia que encuentra. La reproduccion de un contagio, considerada químicamente, supone la existencia de una materia que se descompone en la totalidad, y de otra que entra tambien en descomposicion por efecto de la metamórfosis de la anterior: esta segunda materia en descomposicion, es el contagio regenerado. En un principio, esta formaba en todos los casos una parte constituyente de la sangre, pero la otra puede ser un elemento indispensable ó no á la vida. Si ciertos órganos esenciales necesitan la presencia de estos dos elementos para que continúen sus funciones vitales, la muerte es el resultado de la metamórfosis. Por el contrario si no se paralizan inmediatamente estas funciones por efecto de la falta del principio sanguíneo que se ha alterado, continúan egerciéndose, si bien de un modo anormal, y el enfermo pasa al estado de convalecencia. En este caso, los productos que existen todavia de la metamórfosis de la sangre sirven para la asimilacion, y se forman secreciones que tienen una composicion particular. La alteracion del principio sanguíneo es el producto de una especie de vida anormal, su desarrollo se efectúa únicamente en cierto período de la vida, y

pasado este, el indivíduo pierde su predisposicion á contraer el mal. El modo como obra la vacuna demuestra que un elemento cualquiera de la sangre esperimenta por su influencia una descomposicion particular, que no se estiende á los demas. Es imposible que nos quede la menor duda respecto á esto, si se recuerda el modo como la hez ejerce su accion.

La hez y la levadura superficial deben su orígen al glúten, como el virus de la vacuna y el de las viruelas á la sangre.

La levadura superficial y el virus de las viruelas promueven igualmente una metamórfosis tumultuosa, aquella en los zumos vegetales, y este en la sangre, sustancias en las que existen sus principios. Ambas se reproducen con todas sus propiedades. La hez no obra sino sobre el azúcar, y ocasiona una metamórfosis sumamente lenta en la que el glúten no toma la menor parte; únicamente por la influencia del aire es como este esperimenta una alteracion en su forma y composicion á consecuencia de la cual, la hez se reproduce tambien con todas sus propiedades. La vacuna debe obrar del mismo modo que la hez; descompone sin duda un principio de la sangre y se reproduce en otro, pero el modo con que se descompone es enteramente diferente; respecto á lo demas, el producto tiene la misma forma y propiedades que la vacuna. Verdad es, que la predisposicion á ser atacado por las viruelas cesa despues de la inoculacion, precisamente porque por medio de una descomposicion particular y promovida artificialmente, se ha destruido y separado la materia cuya presencia determinaba esta predisposicion. Esta materia puede reproducirse en un mismo individuo, y ser destruida por una segunda y una tercera inoculacion. No hay ningun órgano en que las acciones químicas se propaguen con tanta facilidad como en el pulmon, ni enfermedades mas comunes y peligrosas que las de este órgano.

Admitiendo que la accion química y la fuerza vital permanecen recíprocamente en equilibrio en la sangre, es un hecho que en el pulmon, en cuyo órgano el aire y la sangre se hallan en un contacto inmediato, el primero se encuentra, hasta cierto punto, preponderante, á causa de que la naturaleza ha dotado á este órgano de una disposicion la mas favorable á su

influencia; asi es que no opone el menor obstáculo á la trasformacion de la sangre venosa.

Las pulsaciones del corazon solo permiten que el aire se halle en contacto con la sangre venosa, por un espacio de tiempo sumamente corto, é impelen rápidamente la sangre arterial que se produce; de este modo impiden cualquiera alteracion ulterior que tendria lugar sin esta circunstancia. Cada desórden en las funciones del corazon, cada accion química esterior, por debil que sea, produce un cambio en el acto de la respiracion; las sustancias sólidas, las partículas de las materias inorgánicas, vegetales y animales (la harina, los filamentos de la lana), actúan del mismo modo que cuando se les introduce en un líquido saturado á punto de cristalizar; ocasionan la separacion de las materias sólidas de la sangre, por cuyo medio impiden que el aire ejerza su accion.

Las sustancias gaseosas en descomposicion ó que ejercen una accion química, tales como los ácidos hidrosulfúrico, carbónico, etc., introducidas en el pulmon, encuentran en este órgano una resistencia menor que en cualquiera otro. Todas las sustancias que se hallan en un estado de metamórfosis, asi como el amoniaco y los demas álcalis, activan la combustion lenta que se efectúa; por el contrario, las sustancias empireumáticas volátiles, los aceites esenciales y los ácidos la paralizan. El ácido hidrosulfúrico descompone instantáneamente la sangre, y el ácido sulfuroso se combina con la materia que constituye las membranas y las células. Si una materia en descomposicion, produce por su contacto algun cambio en el acto de la respiracion ó comunica su propio estado á la masa de la sangre, resulta una enfermedad.

Cuando esta materia es el producto de una enfermedad se llama *contagio*; si dicha materia es el resultado de la putrefaccion ó de la eremacausia de alguna sustancia animal ó vegetal, que obra en virtud de su carácter químico y no de su estado, formando una combinacion ó produciendo una descomposicion, se denomina *miasma*.

Los contagios gaseosos son los miasmas que emanan de la sangre de un animal vivo y pueden reproducirse en la sangre

de otro animal; pero los verdaderos miasmas ocasionan la enfermedad sin reproducirse.

Cuantas observaciones se han hecho acerca de los contagios gaseosos, demuestran que son tambien materias que se hallan en estado de descomposicion. Cuando se coloca un vaso que contenga hielo en un aire cargado de estas materias, se condensa en su parte esterior una agua que tiene en disolucion cierta cantidad de ellas. Esta agua cambia de estado á cada instante; se enturbia, y como se dice comunmente, se corrompe; ó lo que indudablemente es mas exacto, el estado de descomposicion en que se encuentra la materia contagiosa en disolucion, se completa en el agua.

Todos los gases que proceden de sustancias animales ó vegetales en putrefaccion ó que son el producto de un estado morbido, tienen por lo comun un olor particular, repugnante, desagradable ó fétido, que en la mayor parte de los casos indica la presencia de una materia á punto de descomponerse, es decir, sometida á una accion química. Este olor se puede considerar frecuentemente como la reaccion de los nervios olfativos ó como la resistencia que opone la fuerza vital á la accion química. Varios metales exhalan cierto olor por medio de la frotacion, pero esto no se observa jamás con los que llamamos *metales preciosos*, esto es, con aquellos que en presencia de la humedad no esperimentan alteracion alguna por el aire. El arsénico, el fósforo, el almizcle, los aceites de lino, de limon, de trementina, de ruda, de yerbabuena, etc., no exhalan olor sino cuando se descomponen, es decir, cuando se oxidan á la temperatura ordinaria.

Lo mismo sucede con todos los contagios gaseosos; por lo comun van asociados á el amoniaco que, en muchos casos, es causa de su estado gaseoso, asi como lo es del olor de un gran número de sustancias que por sí son muy poco volátiles y aun por lo general carecen de olor (1).

El amoniaco acompaña en su curso á la mayor parte de las

---

(1) ROBIQUET. *An.* de Quim. et de Fís., T. XV, pág. 27.

afecciones mórbidas, y jamás falta en las de carácter contagioso. Es un producto constante de todas las materias animales en descomposicion. Se advierte su presencia en todos los aposentos de los enfermos, especialmente cuando la enfermedad es de las que pueden trasmitirse.

Si se condensa por medio del hielo, del modo que ya hemos dicho, la humedad del aire que contiene el principio volátil contagioso, y se la pone en contacto con una disolucion de sublimado corrosivo, produce un precipitado blanco idéntico al que se forma cuando se la trata por una disolucion de amoniaco.

La sal amoniaco que se obtiene por la evaporacion del agua de lluvia, despues que se ha añadido un ácido, exhala, cuando se pone el amoniaco en libertad por medio de la cal, el olor cadavérico tan fácil de reconocer, ó el que despiden los basureros.

Reduciendo los ácidos á vapor en un aire impregnado de contagios gaseosos, se neutraliza el amoniaco y se impide que la descomposicion haga nuevos progresos, porque se destruyen completamente sus efectos. Los ácidos clorohídrico y acético, y en muchos casos el nitrico, son preferibles á los demas.

El cloro, que descompone con tanta facilidad el amoniaco y las materias orgánicas, ejerce sobre el pulmon una influencia tan perniciosa que se le coloca en el número de las sustancias mas venenosas, de las que jamás se puede hacer uso en un aposento habitado.

Entre los miasmas mas peligrosos podemos comprender el ácido carbónico y el hidrógeno sulfurado, gases que se desprenden en gran cantidad de las cloacas. Se fija fácilmente el primero por medio de los álcalis, y se destruye el segundo quemando azufre (ácido sulfuroso), ó por medio de las fumigaciones con ácido nítrico.

Es del mayor interés para la fisiología y para la patología, especialmente respecto al modo como obran los venenos y los medicamentos, el conocer de qué manera se conducen ciertas combinaciones orgánicas.

Conócense varias sustancias enteramente indiferentes en la apariencia, que no se les puede poner en contacto con el

agua sin que esperimenten una metamórfosis completa. Todas aquellas que hallándose en contacto esperimentan una descomposicion recíproca, pertenecen á la clase de las moléculas mas compuestas.

La *amigdalina*, por ejemplo, es una sustancia perfectamente neutra, ligeramente amarga y muy soluble en el agua. Es uno de los elementos de las almendras amargas: si se la pone en contacto, en presencia del agua, con uno de los elementos de las almendras dulces, la *sinaptasa*, desaparece completamente sin produccion de gas. El agua contiene en este caso ácido hidrociánico libre, hidruro de benzóila, un ácido particular y azúcar; sustancias todas, cuyos elementos existian únicamente en la amigdalina. Obtiénese el mismo resultado triturando las almendras amargas y humedeciéndolas con agua, porque contienen el mismo principio blanco que las dulces.

Hé aquí por qué la pasta de almendras amargas, despues de tratada por el alcohol, no dá aceite cargado de ácido hidrociánico cuando se la destila con agua; esto es debido á que el cuerpo de las almendras amargas que escita la produccion de esta materia volátil, se disuelve en el alcohol sin esperimentar alteracion. Por igual razon dejan de dar amigdalina las almendras amargas cuando se las tritura con agua, porque esta la descompone totalmente.

La mostaza blanca y negra no nos indican por el olor la presencia de ningun principio volátil: por medio de la presion se separa de ellas un aceite graso de olor suave, sin indicios de acritud. Pero si se trituran dichas semillas y se las destila con agua, se desprende con los vapores un aceite volátil muy acre, que no se puede obtener cuando se trata por el alcohol el polvo de la semilla antes de ponerle en contacto con el agua. El alcohol contiene una materia cristalina, la *sinapina* y otros muchos cuerpos no acres que, en contacto con el agua y con el principio albuminoso de la semilla, dá orígen á el aceite volátil.

Asi como lo demuestran estos ejemplos, los cuerpos que la química inorgánica considera como absolutamente indife-

rentes, porque su carácter químico no se manifiesta por reacciones pronunciadas, se descomponen no obstante mútuamente por su contacto; sus principios se agrupan de un modo particular para formar nuevas combinaciones: una molécula complexa se divide en dos ó mas menos complexas por una simple perturbacion en la atraccion de sus elementos. Es preciso que esta materia blanca, semejante á la albumina coagulada, que forma una de las partes constituyentes de las almendras y de la mostaza, se halle en circunstancias dadas para actuar sobre la amigdalina y sobre los elementos de la mostaza, que dán orígen á el aceite volátil.

Si se sumergen las almendras dulces, mondadas y trituradas, en agua hirviendo, se las trata por alcohol tambien hirviendo ó por los ácidos minerales y se las pone despues en contacto con las sales mercuriales, pierden completamente la facultad de descomponer la amigdalina. Como la sinaptasa es un cuerpo muy nitrogenado, que no se conserva disuelto en el agua, la solucion se enturbia con prontitud, deposita un precipitado blanco y exhala un olor fétido. Es muy verosímil que la destruccion del estado de equilibrio en que se hallan los elementos de la sinaptasa disuelta en el agua, sea la causa de la metamórfosis de la amigdalina. Bajo este respecto existe mucha analogía entre los efectos que produce este cuerpo y los del cuajo, cuando se le pone en contacto con el azúcar.

La cebada y los cereales en general, cuando germinan, contienen una materia particular, la *diastasa*, producto á que el glúten dá origen durante este acto, que á cierta temperatura, en presencia del agua y de la fécula, altera siempre esta última.

Si se echa cebada germinada reducida á polvo sobre engrudo de almidon calentado, este, pasados algunos instantes, se vuelve líquido como el agua, y la disolucion contiene en este caso una materia que se aproxima á la goma por muchas de sus propiedades. Aumentando la cantidad de cebada y calentando la materia por mas tiempo, adquiere un sabor dulce, y el almidon se halla convertido en azúcar de uva. Pero en tanto que el almidon se convierte en azúcar, los elementos de la diastasa se agrupan de otro modo y forman nuevas combinaciones.

La trasformacion de todos los alimentos amilaceos en azúcar de uva en la enfermedad llamada diabetes sacarina, supone la presencia de una materia, de uno ó mas elementos de un órgano que esperimenta una accion química, á la que la fuerza vital no opone ningun obstáculo. Es de creer, que las partes constituyentes del órgano y la fécula, esperimenten simultáneamente una alteracion contínua.

Cuanto mayor es la cantidad de alimentos de esta naturaleza que consume el enfermo, tanto mas se agrava la enfermedad; pero si se alimenta esclusivamente con sustancias que de ningun modo pueden esperimentar estas trasformaciones, y se activa la fuerza vital con un régimen excitante y fortificante, se llega á vencer la accion química, es decir á curar la enfermedad.

El glúten puro y los ácidos minerales diluidos pueden operar igualmente la trasformacion de la fécula en azúcar.

Todos estos echos demuestran que en las moléculas complexas de origen orgánico, todas las causas que introducen una perturbacion en la atraccion de sus elementos, pueden producir las descomposiciones y trasformaciones mas diversas.

Esponiendo cobre humedecido á la accion de un aire que contenga ácido carbónico, el contacto activará la afinidad del metal para el oxígeno del aire hasta el punto de que se combinen y de que la superficie se cubra de carbonato de cobre.

Pero dos cuerpos que tienen la facultad de combinarse, adquieren por el contacto un estado eléctrico contrario.

El hierro, por su contacto, desenvolviendo en el cobre un estado eléctrico particular, le privará de la facultad de combinarse con el oxígeno, y hará que no variando las circunstancias conserve su pulimento.

Esponiendo una disolucion acuosa de ácido prusico á la temperatura de 180°, se turba la direccion y la intensidad de la accion química; se cambian las condiciones bajo las cuales los elementos del ácido prúsico poseen la facultad de unirse para formar este cuerpo: alterada ésta por el calor se unen á los del agua en otro órden para producir formiato de amoniaco.

Basta un movimiento mecánico, la frotacion ó el choque,

para destruir el equilibrio de los elementos del mercurio y plata fulminantes, y para que los mismos elementos se agrupen en otro órden. Estas mismas causas pueden determinar en un fluido la produccion de sustancias nuevas.

Asi como la electricidad y el calor pueden modificar los resultados de la afinidad química, y que las atraciones recíprocas de los cuerpos están subordinadas á innumerables causas que cambian el estado de estos cuerpos y la tendencia de sus atracciones, del mismo modo la fuerza vital influye en la manifestacion de las fuerzas químicas en los actos de la economía.

La facultad que tienen los cuerpos elementales de formar las combinaciones particulares que se producen por la vegetacion ó por la vida animal, no es otra cosa que la *afinidad química*; pero la causa que impide el que se unan y el que cedan á las atracciones que en otras circunstancias debieran observarse en ellos, la causa repito que les dispone en el ser viviente, y les fija una forma especial, es la *fuerza vital*.

Desde el momento en que cesa la condicion de la existencia de estas combinaciones y falta la vida, la mayor parte de las moléculas orgánicas conservan su forma y su naturaleza en virtud de su inercia: porque segun una ley general, la materia no puede entrar en movimiento por sí misma. Un cuerpo puesto en movimiento no pasa al estado de reposo sino se le opone una resistencia. Es preciso que todo cuerpo en reposo reciba un impulso estraño para entrar en movimiento y en general para que pueda ejercer su accion.

En las moléculas orgánicas complexas, en las cuales se hallan reunidos un número crecido de moléculas, que tantas causas impiden el que se produzcan por los medios ordinarios, son precisamente estas mismas causas las que promueven las descomposiciones cuando la fuerza vital no se opone á su accion. El contacto del aire, la accion química mas debil, y aun con frecuenenia el simple contacto de un cuerpo cuyas moléculas se hallen en estado de movimiento ó en descomposicion, bastan para turbar el reposo de estas combinaciones y destruir el equilibrio de sus elementos. En tal caso, las molé-

culas se agrupan inmediatamente en otro órden, segun la intensidad de la atraccion de sus elementos, es decir que se producen nuevas combinaciones en que domina la fuerza química que se opone á toda alteracion ulterior escitada por la misma causa; los productos nuevos ó sean los elementos agrupados en otro órden, oponen un obstáculo á la causa perturbadora y aun en ciertas circunstancias, una resistencia invencible.

FIN DE LA INTRODUCCION.

TRATADO

DE

QUIMICA ORGANICA.

NOCIONES PRELIMINARES.

La *química orgánica* es la química de los *radicales compuestos*.

Dáse el nombre de *radicales compuestos* ó *radicales orgánicos* á ciertos cuerpos compuestos, que tienen la propiedad de formar con los cuerpos simples combinaciones análogas, á las que producen estos entre sí. Los cuerpos simples pueden ser reemplazados en sus combinaciones por otros tambien simples. Los radicales compuestos se unen entre sí; se combinan con el oxígeno y el azufre, formando ácidos y bases, y aun algunos lo hacen tambien con el hidrógeno, dando origen á hidrácidos.

Todas las combinaciones orgánicas pueden clasificarse en ciertos grupos, cuyo punto de partida es un radical; cada individuo que comprende estos grupos, es el resultado de la combinacion del radical de que se deriva con los cuerpos simples, ó bien está formado por la reunion de estos nuevos compuestos con otras combinaciones.

Cuando se separa de estas combinaciones uno ó mas elementos, resulta otro compuesto, cuyo radical difiere del primero. Asi es, que, por ejemplo, esponiendo el sulfocianógeno á una

temperatura de $+ 130^0$, se convierte en sulfuro de carbono, azufre y mellon; 4 átomos $N_8 C_8 S_8$, se trasforman en efecto en:

sulfuro de carbono	$= S_4 C_2$
mellon	$C_6 N_8$
azufre	S_4
4 átomos de sulfocianógeno	$= S_8 C_8 N_8$

Cuando el alcohol pierde 4 átomos de hidrógeno, produce la aldehida $(C_4 H_{10} O, aq.) - H_4 = C_4 H_6 O, aq.$

Siempre que el oxígeno de una combinacion oxigenada es reemplazado por su equivalente de azufre, resulta un sulfúro del mismo radical, el cual posee propiedades semejantes á las de la combinacion oxigenada de que procede. Asi tenemos, que el alcohol $C_4 H_{10} O, aq.$, produce el mercaptan $C_4 H_{10} S, S H_2$, y el ácido ciánico $Cy_2 O, H_2 O$ forma el ácido sulfocianhídrico $Cy_2 S, S H_2$.

Cuando en un compuesto orgánico se reemplaza el hidrógeno por su equivalente de oxígeno ó cloro, resulta una combinacion correspondiente, ò bien el compuesto primitivo forma varias combinaciones que tienen un radical mas simple. Por esto si se trata la aldehida por el cloro produce el ácido clorohídrico y el cloral:

$$(C_4 H_6 O, aq.) + Cl_{12} = (C_4 Cl_6 O, aq.) + 3 Cl_2 H_2,$$

es decir, 1 átomo de cloral y 3 de ácido clorohídrico.

Si se trata el azúcar anhidro $C_{12} H_{18} O_9$ por el permanganato de potasa, los 18 átomos de hidrógeno son reemplazados por 9 de óxigeno, y quedan 6 átomos de ácido oxálico.

Reemplazando en el alcohol $C_4 H_{10} O, aq.$ los 10 átomos de hidrógeno por 5 de oxígeno, se obtienen 2 átomos de ácido oxálico.

Accion del oxigeno sobre los compuestos orgánicos.

Todas las combinaciones formadas por radicales compuestos no nitrogenados, se descomponen por la influencia del oxígeno, en otros cuerpos de radicales mas simples y mas ó menos oxidados, segun la cantidad de oxígeno que se ha hecho actuar sobre ellas. El alcohol, por ejemplo, tratado por las sustancias oxidantes, produce el acetal, la aldehída, los ácidos acético, fórmico, oxálico, carbónico y agua. Estos dos cuerpos son siempre los

últimos productos que se forman por la accion prolongada de un esceso de oxígeno.

Accion de los ácidos.

Las combinaciones orgánicas que carecen de nitrógeno, se descomponen por el ácido sulfúrico concentrado ó anhidro de dos modos: 1.º, el ácido se apodera del agua, ó separa el hidrógeno y el oxígeno en las proporciones convenientes para producirla, ínterin que los demas elementos se unen, dando orígen á una ó mas combinaciones; asi es que, tratando el ácido oxálico por el ácido sulfúrico, se obtiene agua, óxido de carbono y ácido carbónico: 2.º, el ácido cede al mismo tiempo oxígeno al carbono de la sustancia orgánica, de lo que resultan tambien nuevos productos y ácido sulfuroso, ó bien el ácido cede oxígeno al hidrógeno de la sustancia orgánica, y se forma el ácido hiposulfúrico, que por lo regular se une á la materia orgánica modificada.

Haciendo actuar, por ejemplo, el ácido sulfúrico anhidro sobre el ácido benzoico $C_{14} H_{10} O_3$, *aq.*, 2 átomos del primero pierden 1 de oxígeno, que combinándose con 2 átomos de hidrógeno del ácido benzoico, forma agua, y se obtiene un ácido complejo compuesto de ácido hiposulfúrico y de los elementos restantes del ácido benzoico ($C_{14} H_8 O_3$, $S_2 O_5 + 2$ *aq.*)

Los hidratos de los óxidos orgánicos, que hacen veces de base, se descomponen por los oxácidos, y dan orígen á un óxido que se combina con el ácido, y á agua que queda en libertad. Los hidrácidos ejercen una accion análoga; reducen el óxido, y se forma por consiguiente una combinacion del radical del óxido con el del hidrácido.

Si se trata el hidrato del óxido de etila (alcohol), por el ácido oxálico, hay produccion de oxalato de óxido de etila y agua, que queda en estado libre; el mismo cuerpo se descompone por el ácido clorohídrico, con produccion de cloruro de etila y agua.

Cuando el ácido nítrico descompone una sustancia orgánica, oxidando cierta cantidad de hidrógeno, éste se halla reemplazado ordinariamente por un equivalente de ácido hiponítrico ($N_2 O_4$), ó de deutoxido de nitrógeno, y aun de nitrógeno: en este caso se produce un nuevo compuesto nitrogenado que contiene todo el carbono de la materia orgánica. Asi es que la benzina $C_{12} H_{12}$, produce con el ácido nítrico dos compuestos: $C_{12} H_{10} N_2$ y $C_{12} H_{10} N_2 O_4$.

Los ácidos enérgicos descomponen las materias nitrogenadas á espensas de los elementos del agua ; se obtiene , por una parte, amoniaco que se une al ácido , y por otra , el óxido de un radical nuevo, que contiene todo el carbono de la sustancia nitrogenada. Esto es lo que se observa, cuando el ácido clorohídrico actúa sobre el ácido prúsico, ó cuando se descompone la oxamida y la uréa por medio del ácido sulfúrico.

Accion del hidrato de potasa.

Cuando se funden las sustancias orgánicas no nitrogenadas con el hidrato de potasa, se descomponen sin dejar carbono en libertad, siempre que el hidrato se halle en suficiente cantidad. Los productos que se forman en este caso , son los mismos que resultan de la accion de las materias oxidantes: en muchos casos se descompone el agua , su oxígeno se une al carbono é hidrógeno de la sustancia, ínterin que el hidrógeno que queda en libertad se desprende , ó entra en una nueva combinacion. Segun la temperatura á que se opera, se obtiene en último resultado ácido ulmico , ácido acético ú oxático, ó únicamente ácido carbónico. Asi es que fundiendo el ácido tártrico con el hidrato de potasa, se obtiene acetato y oxalato de potasa (GAY-LUSSAC).

Las materias nitrogenadas se descomponen tambien, cuando se las hierve con una solucion acuosa de potasa cáustica, ó se las funde con hidrato de potasa desecado. Los productos que se obtienen, son en general los mismos que resultan de la accion de los ácidos enérgicos sobre esta materia. Sin embargo, el amoniaco queda en libertad, y los ácidos no nitrogenados del nuevo radical se combinan con la potasa. Algunas sustancias muy nitrogenadas eliminan una parte de este, bajo la forma de amoniaco, el que es reemplazado por cierta cantidad de oxígeno: el resultado de este cambio, es ácido ciánico, que uniéndose á la potasa , impide el que se descomponga despues. Empero, puede conseguirse el que se descomponga completamente en amoniaco y ácido carbónico, disolviendo en agua el residuo fundido, é hirviendo despues el líquido.

Principios de la destilacion seca.

Cuando se someten los cuerpos orgánicos á la destilacion seca, sus elementos forman nuevas combinaciones volátiles de radicales mas simples , y abandonan en muchos casos el carbono. Los diversos productos que se forman, segun la temperatura , marcan, digámoslo asi , en la destilacion seca tres periodos diferentes. En

el primero, se forman los ácidos orgánicos, cuyos radicales son mas simples, el ácido carbónico, el agua y los líquidos inflamables solubles en esta. En el segundo, se obtienen los cuerpos que resultan de la descomposicion de los productos anteriores; asi es que, uniéndose el oxígeno de los ácidos á cierta cantidad de hidrógeno y carbono de estos, se forman compuestos todavía mas simples, como son: el óxido de carbono, el ácido carbónico y el agua; por lo regular una parte del carbono queda en libertad, al paso que otra se combina con el hidrógeno escedente, y produce los hidrógenos carbonados líquidos ó sólidos. Finalmente, en el último periodo, solo se obtiene carbon y una mezcla gaseosa compuesta principalmente de ácido carbónico, de óxido de carbono, de gas oleífico y del gas de los pantanos.

Las sustancias nitrogenadas dan en el primer periodo amoniaco, y á veces ácido ciánico, y en el segundo cianógeno ó ácido cianhídrico.

Cuando se calcina una sustancia orgánica con una base poderosa irreductible, se descompone por lo comun en ácido carbónico que se une á la base, y en uno ó varios cuerpos nuevos. Si los últimos productos contienen todavía oxígeno, se les puede privar de él calentándoles con la misma base, en cuyo caso se separa en estado de ácido carbónico, que permanece combinado con la base, interin que los demas elementos se convierten en carburos de hidrógeno solidos, líquidos ó gaseosos.

Teoría de los ácidos orgánicos.

Las reacciones á que dan lugar las combinaciones formadas de radicales compuestos, han conducido á que miremos su constitucion bajo un punto de vista diferente del que, por lo general, se parte en la química inorgánica.

Sábese, segun la ley de equivalentes, que cuando un cuerpo A se combina en varias proporciones con otro B, en el segundo grado la cantidad de B es dupla de la que existe en el primero, en el tercero triple, y asi de los demas. Este es un hecho que se ha erigido en ley independiente; pero que en el fondo no es mas que una consecuencia inmediata de las proporciones químicas. El plomo, por ejemplo, se une al oxígeno, y forma el protóxido de plomo: si este compuesto tiene afinidad para mayor cantidad de oxígeno, esta no será ni mayor ni menor que un equivalente, ó bien dos equivalentes de protóxido de plomo se combinarán con uno de oxígeno. De esto resulta necesariamente que el oxígeno se

halla combinado de un modo distinto en el protóxido que en el peróxido de plomo. Por lo tanto podemos considerar el ácido sulfúrico y el bióxido de hidrógeno, como una combinacion de ácido sulfuroso y de oxígeno, ó de agua y oxígeno, ó como compuestos de azufre con 3 átomos de oxígeno, ó de hidrógeno con 2 átomos de oxígeno. Segun la primera hipótesis, el segundo átomo de oxígeno del bióxido de hidrógeno, y el tercer átomo de oxígeno del ácido sulfúrico se les puede reemplazar por los equivalentes de otros cuerpos, ya sean simples ó compuestos. Asi es que, reemplazando el tercer átomo de oxígeno de el ácido sulfúrico por azufre, tenemos la fórmula del ácido hiposulfuroso; reemplazándole por el deutóxido de nitrógeno, la del ácido nitro-sulfúrico de PELOUZE, y por último sustituyéndole con un equivalente de cloro, se obtiene la combinacion clorada descubierta por REGNAULT:

SO_2, O	ácido sulfúrico
SO_2, S	ácido hiposulfuroso
SO_2, Cl_2	ácido clorosulfúrico
SO_2, (N_2 O_2)	ácido nitrosulfúrico.

Si se reemplaza por el cloro el segundo átomo de oxígeno del bióxido de hidrógeno, resulta el hidrato de cloro.

Segun esta teoría, es posible no tan solo que los cuerpos simples y compuestos formen esta clase de combinaciones, sino que hasta es muy probable el que existan. Se nota fácilmente que la capacidad de saturacion del ácido sulfuroso, no esperimenta cambio alguno, cuando este ácido se combina con un equivalente mas de oxígeno, de azufre, ó de deutóxido de nitrógeno.

Se ha tratado de sacar partido de esta teoría, para esplicar ciertas reacciones que presentan algunos ácidos minerales con las sustancias orgánicas, siempre que hacen parte de la composicion de estos ácidos, sin neutralizar sus propiedades ni disminuir la capacidad de saturacion. Asi es que, los productos que resultan de la accion del ácido sulfúrico anhidro sobre la naftalina ó las benzina, pueden muy bien agruparse á los compuestos precedentes. No obstante existe un número crecido de combinaciones á las cuales no puede aplicarse dicha hipótesis. El ácido formobenzóilico, por ejemplo, que está constituido de ácido fórmico y de aceite de almendras amargas $C_2 H_2 O_3 + C_{14} H_{12} O_2$, satura la misma cantidad de base que el ácido formico: el aceite de almendras amargas, siendo una parte integrante del ácido anhidro, no reemplaza ningun elemento, como deberia suceder, segun la teoría que acabamos de indicar.

H. DAVY ha establecido para la constitucion de los ácidos clórico y iódico una teoría que esplica esta anomalía, y aun otras muchas de un modo sencillo y satisfactorio.

Haciéndola estensiva á todos los ácidos hidratados, pueden deducirse los principios siguientes:

1.° Los ácidos hidratados son unas combinaciones de uno ó mas elementos con el hidrógeno, el cual puede ser reemplazado total ó parcialmente por los equivalentes de los metales.

Por consiguiente la capacidad de saturacion de estos ácidos depende de la cantidad de hidrógeno que puede ser reemplazada. Considerando como *radical* la reunion de los demas elementos, es evidente que la composicion de este radical no ejerce la menor influencia sobre la capacidad de saturacion.

2.° La capacidad de saturacion de estos ácidos aumenta ó disminuye en la misma relacion que la cantidad de hidrógeno, agena al radical, aumenta ó disminuye.

3.° Si alguno de los elementos de que se compone el radical entra en cantidad indeterminada, sin que varíe la proporcion de hidrógeno que no pertenece al radical, el peso atómico del ácido aumentará, pero su capacidad de saturacion permanecerá invariable.

Segun esta teoría las sales son unas combinaciones de los metales con los cuerpos simples, como las sales haloideas, ó si no combinaciones de los metales con los cuerpos compuestos que hacen veces de cuerpos simples. Pueden formarse por el contacto inmediato del metal y del cuerpo simple (cloro y hierro), ó bien por la union del hidrácido y del óxido metálico (ácido clorohídrico, y protóxido de hierro), ó sino tambien por la combinacion directa de un oxácido con un óxido metálico (ácido sulfúrico anhidro y barita). Sucede á veces, que cuando se combina un hidrácido con un óxido metálico, este no se reduce, ó que el agua que se forma quede en combinacion; en este caso el agua se halla en la sal de un modo distinto que la de cristalizacion; asi es que esta se desprende, cuando se esponen las sales á la temperatura de $+100°$, al paso que la que se produce por la union del oxígeno de la base con el hidrógeno del ácido, persiste en la combinacion.

Sin embargo, se puede desalojar esta agua y hasta reducir el óxido y el hidrácido, poniendo en contacto estas sales con otras que tengan la propiedad de formar con ellas sales dobles. Asi es que, por ejemplo, el clorhidrato de magnesia $Cl_2\ H_2,\ O\ Mg$ produce con la sal amoniaco un cloruro doble $Cl_2\ Mg + Cl_2\ N_2\ H_8$; el sulfato de magnesia $S\ O_4\ H_2,\ O\ Mg$, forma con la misma sal el compuesto $S\ O_4\ Mg + Cl_2\ N_2\ H_8$.

Atendiendo á esta teoría, la facultad que posee una base de neutralizar un ácido no depende tan solo del lugar que ocupa en la série eléctrica, sino tambien de la mayor ó menor facilidad con que se reduce ; por esta razon, de dos óxidos que ambos tienen las mismas propiedades básicas, aquel que se reduzca con mas facilidad, es el que posee tambien en el mas alto grado la facultad de neutralizar un ácido. El óxido de plata es entre todas las bases la que presenta esta propiedad en mayor grado.

Esta teoría rompe la valla que existía entre las sales haloideas y las oxisales, sin que por esto se halle en contradiccion con lo que la esperiencia nos demuestra. Es del mayor interés familiarizarse con la forma, bajo la cual permite considerar los ácidos orgánicos y sus combinaciones, porque las mas veces puede darnos razon de ciertos fenómenos que con la teoría ordinaria quedan sin esplicar.

En el curso de esta obra designaremos por *hidrato de un ácido*, la combinacion de 1, 2 y 3 *equivalentes de hidrógeno*, con los demas elementos, cuya reunion constituye el *radical* del ácido. Segun esto, el hidrato del ácido acético tendria por fórmula : $C_4 H_6 O_4, H_2$. Sin embargo, al esponer la historia de los cuerpos compuestos, usaremos las fórmulas que se emplean ordinariamente.

DIVISION DE LOS ÁCIDOS ORGÁNICOS.

Se dividen los ácidos orgánicos en *unibásicos, bibásicos y tribásicos.*

Los ácidos unibásicos forman sales neutras, cuando se combinan con un equivalente de base. Si este último entra en la combinacion, desaloja un equivalente de agua del ácido hidratado.

Las sales formadas por los ácidos unibásicos se combinan con otras de la misma especie, y constituyen *sales dobles*, las cuales se unen tambien con el hidrato del ácido, y producen las *sales ácidas.* Estas últimas se descomponen, cuando se las neutraliza por otras bases solubles, y resultan dos ó mas sales neutras, que se pueden separar por medio de la cristalizacion, siempre que su solubilidad sea diferente ó no sean isomorfas.

Las *sales básicas* formadas por los mismos ácidos contienen dos ó mas equivalentes de base, los cuales cuando se combinan con un átomo de ácido hidratado, desalojan la misma cantidad de agua que separaría un solo equivalente de base.

En las sales neutras producidas por los ácidos *bibásicos*, cada

átomo de ácido se halla siempre combinado con dos equivalentes de base, que se sustituyen á dos equivalentes de agua del ácido hidratado. Estos dos equivalentes de base pueden ser dos equivalentes del mismo óxido metálico, dos óxidos diferentes, ó tambien un óxido metálico y una base volátil, como, por ejemplo, agua ú óxido de amonio. Las sales ácidas pertenecientes á esta clase, solo contienen un átomo de ácido, de suerte que no se duplican, cuando se las neutraliza por otras bases solubles.

Los *ácidos tribásicos* neutralizan tres equivalentes de base, y cada uno de estos que se combina con el ácido, desaloja un equivalente de agua.

Designando por R el ácido anhidro y por MO el óxido metálico, las fórmulas generales de las sales orgánicas se espresan del modo siguiente:

a) Sales formadas por los ácidos unibásicos.

$R + H_2O$	hidrato del ácido.
$R + MO$	sal neutra.
$(R + MO) + MO$	sal básica.
$2\,(R + MO) + MO$	Id.
$(R + MO) + 2MO$	Id.
$\left.\begin{matrix} R \\ R \end{matrix}\right\} + \left\{\begin{matrix} mO \\ MO \end{matrix}\right.$	sal doble compuesta de dos bases.
$\left.\begin{matrix} 3\,R \\ 3\,R \end{matrix}\right\} + \left\{\begin{matrix} MO_3 \\ 3mO \end{matrix}\right.$	Id.
$\left.\begin{matrix} R \\ R \end{matrix}\right\} + \left\{\begin{matrix} H_2O \\ MO \end{matrix}\right.$	sal ácida.
$\left.\begin{matrix} 2\,R \\ R \end{matrix}\right\} + \left\{\begin{matrix} 2H_2O \\ MO \end{matrix}\right.$	Id.

b) Sales formadas por los ácidos bibásicos.

$R + 2H_2O$	hidrato del ácido.
$R + \left\{\begin{matrix} H_2O \\ MO \end{matrix}\right.$	sal compuesta de una base fija, ó sea sal ácida.
$R + 2MO$	sal neutra.
$R + \left\{\begin{matrix} MO \\ mO \end{matrix}\right.$	sal neutra formada de dos bases diferentes.

c) Sales formadas por los ácidos tribásicos.

$R + 3\,H_2O$	hidrato del ácido.
$R + \begin{cases} 2\,H_2O \\ M\,O \end{cases}$	sal con un átomo fijo de base (sal unibásica).
$R + \begin{cases} H\,O \\ 2\,M\,O \end{cases}$	sal con dos átomos fijos de base (sal bibásica).
$R + 3\,M\,O$	sal con tres átomos de base (sal fija tribásica).
$R + \begin{cases} H^2\,O \\ M\,O \\ m\,O \end{cases}$	sal bibásica compuesta de diferentes bases.
$\left.\begin{matrix} R \\ R \end{matrix}\right\} + \begin{cases} 3\,M\,O \\ M\,O_2 \end{cases}$	sal doble.

Sometiendo los ácidos unibásicos á la destilacion seca, rara vez producen ácidos pirogenados; sin embargo, siempre que se forman poseen los caracteres de los ácidos unibásicos.

Colocados los ácidos bibásicos en las mismas circunstancias, producen por lo regular otros dos ácidos, pero unibásicos: el ácido agálico se halla en este caso.

Los ácidos tribásicos dan por la destilacion seca, tres átomos de un ácido unibásico, como sucede, por ejemplo, con el ácido cianúrico; pueden dar tambien orígen á dos ácidos unibásicos, ó á un ácido bibásico y otro unibásico, como se observa con el ácido mecónico.

Clasificacion.

En lo sucesivo desenvolveremos la historia de las combinaciones orgánicas en el órden que se presenta naturalmente, suponiendo que se derivan de un *radical* real ó hipotético: á cada sustancia siguen las que resultan de su descomposicion parcial, de forma que se reunen así grupos bien distintos, si bien es verdad que algunas de las combinaciones que comprenden, pueden muy bien derivarse de otros radicales, y pertenecer por consiguiente á dos ó mas séries. Esta clasificacion no es muy rigorosa, pero se presta mejor que otra cualquiera para poder apreciar las modificaciones y las metamórfosis numerosas á que están sujetos los cuerpos orgánicos.

Los radicales conocidos que enjendran los ácidos son ciertos *óxidos de carbono,* el *cianógeno,* el *mellon,* la *benzóila*, la *cinámila,* la *salícila,* la *acétila* y la *formila.* Los que producen las bases son: la *amida,* la *etila,* la *metila,* la *cetila,* la *glicerila,* y la *amila.*

Los radicales se dividen en primitivos y derivados; estos últimos resultan de la descomposicion de los primeros. El mellon por ejemplo, se deriva del sulfocianógeno, y la acétila y la fórmila, de la etila y la metila. Los radicales derivados pueden tambien formarse por la union de 2 ó 3 moléculas de un radical primitivo; esto es lo que observamos con el cianógeno, que duplicándose ó triplicándose su molécula produce el radical del ácido fulmínico ó del ácido cianúrico. Es casi probable que la benzóila y la cinamila sean radicales derivados.

RADICAL AMIDA.

Fórmula: $N_2 H_4$; signo = A*d*.

Hasta el presente no ha sido posible aislar la amida, ó sea el radical del amoniaco. GAY-LUSSAC y THÉNARD son los primeros que han descubierto la combinacion que forma este radical con el potasio y el sódio. Debemos á las investigaciones de DUMAS acerca de la oxámida el desarrollo de este punto de vista, que parece ser el que se halla mas conforme con la verdadera naturaleza de este cuerpo, y el papel que juega en las combinaciones amoniacales.

Cuando la amida se combina con un equivalente de hidrógeno, produce una hidrobase, el amoniaco, $Ad\,H_2$; en adelante llamaremos á este cuerpo *hidruro de amida* ó simplemente *hidramida.* Asi como los hidrácidos tienen las propiedades de los óxidos de los metaloides, esta hidrobase presenta tambien los caracteres de los óxidos metálicos.

La composicion de las combinaciones que forma la hidramida con los ácidos, es análoga á la de las sales metálicas. El ácido y la base de todas las sales de hidramida, en las que el ácido puede ser reemplazado por otro, y la hidrámida por otra base, contienen el hidrógeno como elemento comun. Las combinaciones que produce la hidramida con los ácidos que no contienen hidrógeno, carecen de las propiedades peculiares de las sales.

Si designamos por $X + H_2$ un ácido cualquiera, la fórmula general de las sales de hidramida es la siguiente:

$$\begin{array}{ll} X + H_2 & = \text{ácido} \\ \underline{Ad + H_2} & \quad \text{base} \\ XAd,\ H_4 & \quad \text{sal de hidramida.} \end{array}$$

Como que en la amida existen 4 átomos de hidrógeno, toda sal constituida por la hidramida, deberá contener 8 átomos del mismo cuerpo: cualquiera sal que tenga menos, no pertenece á esta clase de combinaciones.

Cuando se calienta una sal de hidramida con un óxido metálico, hay descomposicion; el hidrógeno del ácido se une al oxígeno del óxido y forma agua, que queda en libertad con la hidramida:

$$\frac{X + | H_2 + | Ad\,H_2}{M + | O \quad |} \quad \text{sal de hidramida.}$$

sal metálica. agua. hidramida.

Si se combina la amida con 2 equivalentes de hidrógeno, da orígen á un cuerpo llamado *amonio*, que puede considerarse por sus propiedades como un metal. La existencia de este cuerpo parece probar que las sales de hidramida se forman por la presencia de un compuesto mas hidrogenado; de suerte que si se consideran las sales en general, como combinaciones de los metales con otros cuerpos simples ó compuestos, deberán representarse las sales de hidramida por la fórmula.

$$X, Ad\,H_4;$$

y por lo tanto, como combinaciones de amonio con otro cuerpo simple ó con un cuerpo compuesto que haga veces de simple.

Bájo este respecto, las combinaciones de hidramida son enteramente semejantes á las sales que forman los óxidos metálicos. La cantidad de oxígeno que existe en las oxisales de hidramida es la misma que la que contiene la sal correspondiente que tenga por base un óxido metálico.

Sulfato de potasa	sulfato de hidramida.
SO_4, K	SO_4, $Ad\,H_4$ (amonio).

Atendiendo á esta teoría, cuando se descompone una sal de amonio por un óxido metálico, el amonio es reemplazado por un equivalente de cualquier otro metal: de la descomposicion recíproca del óxido metálico y del amonio, resulta agua, hidramida y metal.

$$\frac{X + | Ad\,H_2 + | H_2}{M \quad | \quad\quad | O} \left\} \begin{array}{l}\text{sal de amonio.}\\ \text{óxido metálico.}\end{array}\right.$$

sal metálica. amoniaco. agua.

Las combinaciones que forma la amida con los metales ú otros radicales compuestos, se las puede considerar como constituidas de hidramida en la que un equivalente de hidrógeno se halla reemplazado por otro de metal ó de cualquier radical compuesto.

En adelante, designaremos con el nombre de *sales de amoniaco*, todo compuesto análogo á las sales haloideas y á las oxisales, en el que un equivalente de metal se halla reemplazado por otro de amonio $Ad\,H_4$.

Si admitimos que las oxisales metálicas estan constituidas de óxidos y ácidos anhidros, las sales de amoniaco correspondientes se consideran de otro modo segun la teoría de BERZELIUS; si bien respecto á las combinaciones del amoniaco con los hidrácidos, las fórmulas no varian. Así es que, cuando se combina el ácido clorohídrico y el amoniaco, el hidrógeno del primero se une á el amoniaco para formar amonio, con el que se une el cloro y resulta cloruro de amonio. Solo hay una diferencia en cuanto á la constitucion de las oxisales de amoniaco; porque BERZELIUS admite que siempre que el hidrato de un oxácido se combina con el amoniaco, el agua del ácido hidratado se dirige á el amoniaco, y el óxido de amonio que resulta, se combina con el ácido anhidro. Segun esto el ácido sulfúrico hidratado forma con el amoniaco sulfato de óxido de amonio:

$$S\,O_3\,,\ Ad\,H_4\,O.$$

al paso que segun la teoría anterior, esta sal se espresa por la fórmula:

$$S\,O_4\,,\ Ad\,H_4\,.$$

Se vé segun esto que los hidrácidos únicamente pueden combinarse directamente con el amoniaco, y formar combinaciones salinas, en tanto que los oxácidos necesitan siempre la concurrencia de un equivalente de agua.

Hasta el presente no nos es dable probar cual es el estado en que se halla el agua que contiene la combinacion, es decir, si por ejemplo la composicion del sulfato de amoniaco debe espresarse por:

$$S\,O_4\,;\ Ad\,H_4\,,\ \text{ó por:}\ \ S\,O_3\,,\ Ad\,H_4\,O.$$

En realidad, es indiferente decidirse por cualquiera de estas dos fórmulas; sin embargo, nosotros adoptaremos en adelante la de AMPERE y BERZELIUS no porque parezca ser mas exacta, sino

por ser la mas conocida y la que se halla mas generalmente admitida.

No nos hallamos muy distantes de la época en que los químicos se decidirán á comprender en una misma clase los hidrácidos y los oxácidos, en razon á la analogía de sus reacciones con los óxidos metálicos. Mientras tanto nos serviremos de las fórmulas usadaspor ser las que resuelven mejor todas las dificultades.

Así es que, en adelante, consideraremos el óxido de amonio como una combinacion hipotética formada de un equivalente de amoniaco y de otro de agua; combinacion que puede producir sales uniéndose á los oxácidos anhidros. Todavia no se ha logrado aislar el óxido de amonio; cuando se le separa del ácido con que se halla combinado por medio de una base mas poderosa, se descompone y resulta amoniaco y agua.

Hidruro de amida.

Sinónimos: amoniaco, hidramida.
Fórmula: $Ad\,H_2 = N_2\,H_6$
Este cuerpo está compuesto de:

1 equivalente de nitrógeno	=	177,040	82,544
3 equivalentes de hidrógeno	=	37,438	17,456
1 equivalente de amoniaco	=	214,478	100,000

El amoniaco se produce en un número considerable de descomposiciones, en las cuales el nitrógeno y el hidrógeno se encuentran en estado naciente.

Segun KUHLMANN, todas las combinaciones gaseosas de nitrógeno mezcladas con el hidrógeno, producen amoniaco, cuando se las pone en contacto con la esponja de platino calentada hasta el rojo. Del mismo modo, se forma nitrato de amoniaco, siempre que se quema una mezcla de nitrógeno y oxígeno con un esceso de hidrógeno, ó se hace pasar una corriente de hidrógeno sulfurado por las disoluciones que contienen ácido nítrico libre, ó finalmente, cuando se disuelve el hierro, zinc, estaño, etc., en el ácido nítrico. Muchos de los compuestos de cianógeno dan amoniaco cuando se descomponen: el mismo cuerpo se forma tambien en bastante cantidad por la putrefaccion y la destilacion seca de las materias orgánicas nitrogenadas. Cuando se funden estas mismas sustancias con el hidrato de potasa ó de sosa, todo su nitrógeno se convierte en amoniaco; no obstante, algunas de

ellas no le abandonan sino cuando se hierve la masa con agua; lo cual ocurre especialmente siempre que por la accion de la potasa resulta un cianato alcalino. Segun FARADAY, se produce igualmente amoniaco cuando se calcinan las materias no nitrogenadas con el nitrato de potasa, y se desprende hidrógeno por la reaccion. BISCHOFF cree que esto proviene de que es imposible poner el hidrógeno en estado naciente enteramente á cubierto del nitrógeno.

Muchas plantas, con especialidad las flores, exhalan amoniaco durante la vegetacion.

Se obtiene el amoniaco calentando ligeramente una mezcla exacta de hidrato de cal y sal amoniaco, ó sulfato de amoniaco. Se deseca el gas que se desprende haciéndole atravesar por un tubo que contenga cal viva ó hidrato de potasa.

El amoniaco es un gas incoloro, cuya densidad se representa por 0,5912. Segun GUYTON-MORVEAU se liquida á — 52° á la presion ordinaria, y segun FARADAY á 0° bajo la de $3\frac{1}{2}$ atmósferas. BUSSY ha indicado un procedimiento para obtenerle en este estado, que consiste en recoger el gas amoniaco en un frasco invertido sobre el mercurio que se rodea con algodon mojado con ácido sulfuroso líquido. FARADAY propone otro método por el que no hay necesidad de producir un frio tan considerable; para esto se satura el cloruro de plata con el gás amoniaco, y se le introduce en uno de los brazos de un tubo que tenga la forma de un sifon, que se cierra despues á la lámpara. Calentando ligeramente el cloruro de plata, y permaneciendo el otro brazo á la temperatura ordinaria, el gas que se desprende comprime mas y mas el que queda en libertad, y llega á condensarse en el brazo frio bajo la forma de un líquido trasparente. Este líquido ejerce una presion de 6,5 atmósferas, cuando se halla espuesto á la temperatura de 10°.

Este gas tiene un olor particular, picante y muy irritante. Cuando se le respira ablanda y destruye la mucosa de los pulmones, y causa la muerte: enrogece el papel de curcuma y enverdece el jarabe de violetas; pero los colores primitivos se restablecen por el calor: es poco inflamable, y apaga los cuerpos en combustion. Si se dirige una débil corriente de gas amoniaco sobre la llama del alcohol ó de una bugía, esta aumenta de volúmen y toma un color pálido, lo cual es debido á la combustion del amoniaco.

Espuesto á una corriente de chispas eléctricas, se reduce en sus elementos; el volúmen total del hidrógeno y nitrógeno que re-

sulta, es doble de el del amoniaco, y existen en él para 1 volumen de nitrógeno 3 de hidrógeno. Por consiguiente el amoniaco está compuesto, como lo indica la densidad de su gas, de 3 volúmenes de hidrógeno y 1 de nitrógeno condensados en 2. Si se hace pasar el amoniaco por un tubo enrogecido lleno de fragmentos de porcelana ó de hilos metálicos, se descompone del mismo modo que por la electricidad. El hierro es el que le descompone de un modo mas completo y á una temperatura mas baja; le siguen en esta propiedad el cobre, el oro, la plata, y finalmente el platino (BERTHOLLET y THÉNARD). Las propiedades físicas del hierro y del cobre que han servido en esta operacion, se modifican de un modo muy singular. La fractura del hierro en un principio tiene un color blanco parecido al del acero; despues se vuelve duro y por su estructura granugienta se asemeja á la plombagina. El cobre se presenta como irisante. Ambos metales se vuelven muy quebradizos y aumentan de peso, en tanto que disminuye su gravedad específica. Cuando se disuelve el hierro asi modificado en los ácidos, se halla en el líquido amoniaco (DESPRETZ); aun cuando se le calcine en el hidrógeno puro produce siempre este gas. Sin embargo, las investigaciones hechas con este objeto no merecen mucha confianza, y es poco probable que el aumento de peso que esperimenta el hierro que ha sido calcinado en el amoniaco, se deba á la formacion de un nitruro; en razon á que al ejecutar DESPRETZ estas esperiencias habia hecho pasar el amoniaco, antes de ponerle en contacto con el metal, por un tubo muy largo lleno de fragmentos de cloruro de calcio, que necesariamente debieron absorverle; ademas está probado que cuando se quiere combinar, en las circunstancias mas favorables, el nitrógeno con el hierro ó el cobre, tal como reduciendo el percloruro de hierro ó el deutocloruro de cobre por el gas amoniaco, solo se obtiene nitrógeno libre, y hierro ó cobre maleable; últimamente, cuando se reduce el óxido de cobre por el gas amoniaco se observa que la cantidad de metal que resulta, corresponde exactamente á la que se obtiene cuando se le reduce por el gas hidrógeno. Segun esto es muy probable que los metales que se someten á la accion del gas amoniaco, deben su aumento de peso á cierta cantidad de un carburo, que se forma á espensas del ácido carbónico procedente de la cal de que se ha hecho uso en la preparacion del amoniaco.

Segun GAY-LUSSAC el amoniaco se descompone cuando se halla en contacto con el deutóxido de nitrógeno, y resulta protóxido de nitrógeno y agua; el ácido hiponítrico anhidro le descompone

tambien, segun DULONG, en agua, deutóxido de nitrógeno y nitrogeno.

Si se hace pasar una corriente de gás amoniaco por el carbon enrogecido, se forma ácido cianhídrico (SCHEELE); el fósforo le descompone al calor rojo, resultando nitrógeno é hidrógeno fosforado; en contacto con el azufre produce gás hidrógeno sulfurado.

El amoniaco se quema en el gás cloro, con produccion de una llama blanca algo rojiza: el resultado de esta combustion es sal amoniaco y nitrógeno. Esta descomposicion tiene lugar entre 3 equivalentes de cloro y 1 de amoniaco; se forma 1 equivalente de nitrógeno y 3 de ácido clorohidrico que se combinan con 3 equivalentes de amoniaco. En efecto:

$$3\,Cl_2 + 4\,N_2H_6 = N_2 + 3\,(Cl_2H_2,\,N_2H_6).$$

El iodo privado de humedad absorbe una cantidad bastante considerable de amoniaco y se convierte en una masa viscosa, con lustre metálico; espuesta al calor se descompone; en contacto con el agua se convierte en ioduro de nitrógeno y ioduro de amonio.

COMBINACIONES DEL AMONIACO.

El agua absorbe el gás amoniaco con suma avidez; este gás se combina tambien con los ácidos y con muchos óxidos y cloruros. Ademas se emplea ventajosamente para reducir los óxidos y cloruros.

Amoniaco líquido.

El agua absorbe el amoniaco con tanta rapidez, que si se invierte sobre ella un tubo lleno de este gás, asciende con tanta celeridad como en el vacío. El agua disuelve 670 veces su volúmen á la temperatura ordinaria, lo que equivale casi á la mitad de su peso.

Se prepara el amoniaco líquido dirigiendo el gás á un aparato de Woulf.

Se introduce en una retorta de hierro colado ó de grés una mezcla compuesta de hidrato de cal y de sal amoniaco ó sulfato de amoniaco, y se la espone á fuego desnudo: puede hacerse uso tambien de una retorta de vidrio, la que se coloca en baño de

arena. Se adapta á la retorta un tubo de plomo ó de vidrio que comunica con el primer frasco del aparato de Woulf, el cual contiene una corta cantidad de lechada de cal, del que parte un tubo de seguridad. La lechada de cal sirve para retener el ácido carbónico procedente de la cal empleada en la descomposicion. Los otros dos ó tres frascos deben estar mediados de agua destilada, y rodeados de agua fria. Por lo regular se pone una cantidad de agua en peso igual á la de la sal amoniaco ó del sulfato de amoniaco que se ha empleado.

Las proporciones mas convenientes para preparar el amoniaco consisten en mezclar íntimamente 4 partes de sal amoniaco ó de sulfato de la misma base, y 5 de cal viva préviamente apagada y reducida á polvo, la que se humedece con la tercera parte de su peso de agua. Cuando la mezcla está perfectamente hecha, se añade poco á poco la cantidad suficiente de agua para que se impregne toda la masa, se la agita sin intermision, y se forman con ella pedazos del volúmen de una nuez. El gás se desprende con abundancia aun á un calor suave; el agua con que sale mezclado se condensa en el primer frasco, el cual solo retiene una corta cantidad de gás, á causa de que la temperatura del líquido que existe en él se eleva cada vez mas. Las porciones de la mezcla que pudieran ser lanzadas y arrastradas por el gás, quedan tambien en este frasco.

Se reconocen fácilmente los puntos por donde se escapa el gás, aproximando un tubo de vidrio, mojado en ácido clorohídrico; el cual produce al momento unos vapores blancos, y densos, si es que el aparato no se halla bien enlodado. El mejor lodo que se conoce para tapar exactamente las junturas del aparato, es una masa formada de pasta de almendras y harina.

Cuando se añade la conveniente cantidad de agua á la mezcla de clorohidrato de amoniaco y de hidrato de cal, se obtiene un resíduo que se puede separar fácilmente de la retorta con solo agitarle. Si se ha puesto poca agua, la mezcla se aglutina, en razon á que es preciso elevar bastante la temperatura para que la descomposicion sea completa; un esceso de agua es tambien desventajoso, porque en este caso la mezcla aumenta de volúmen y amenaza salirse fuera de la retorta.

Se conoce que la operacion está terminada cuando cesa el desprendimiento de gás.

Se observa que el agua despues de saturada ha aumentado las dos terceras partes de su volúmen. Esta disolucion es incolora y posee el mismo olor del gas; su gravedad especifica á + 10°

cuando está saturada, es de 0,850 (DALTON); se solidifica á—38 ó 41°, formando una masa compuesta de agujas flexibles y brillantes; á —49°, adquiere un aspecto gelatinoso y pierde casi el olor. (FOURCROY Y VAUQUELIN).

El agua, á + 55° no absorbe la menor porcion de este gas; si se espone el amoniaco líquido á esta temperatura, se desprende todo el gas amoniaco, y por lo tanto queda el agua inodora.

El amoniaco líquido de que ordinariamente se hace uso, contiene 20 por 100 de gas amoniaco, y tiene una densidad específica de 0,92.

Si se hace pasar una corriente de cloro al través del amoniaco líquido, se descompone de un modo análogo al que lo verifica el gas amoniaco. Cuando la disolucion está concentrada, cada burbuja de cloro ocasiona una pequeña esplosion y se inflama. El amoniaco en contacto con el iodo se descompone, y resulta ioduro de nitrógeno y ioduro de amonio.

Esta descomposicion se verifica en las proporciones siguientes: 4 equivalentes de iodo y otros 4 de amoniaco producen 3 equivalentes de ioduro de amonio y 1 de ioduro de nitrógeno.

Amoniaco y óxidos metálicos.

El amoniaco líquido tiene la propiedad de disolver un número considerable de óxidos hidratados, y de formar con ellos combinaciones que por lo general solo las conocemos en estado líquido.

Los óxidos de zinc, cobre, nikel, etc., pertenecen á esta clase de óxidos. Es muy probable que el amoniaco forme con estos óxidos combinaciones análogas á los hidratos, las cuales existen en estado sólido en algunos compuestos dobles.

Las combinaciones que produce el amoniaco con varios óxidos muy reductibles, forman al parecer una especie particular; se distinguen principalmente por la suma facilidad con que se descomponen por el choque, por el frotamiento y el calor; descomposicion que regularmente va acompañada de una violenta esplosion.

En este caso se hallan las combinaciones del amoniaco con los óxidos de cobre, de urano, de mercurio, de plata, de platino, de oro y de osmio, que se obtienen todas en proporciones determinadas.

Amoniaco y óxido de cobre.

Segun KANE, el óxido de cobre forma con el amoniaco una

combinacion que está compuesta de 3 átomos de óxido, 2 equivalentes de amoniaco y 6 átomos de agua. Constituye un polvo azul que espuesto al fuego se descompone con produccion de protóxido de cobre, agua y amoniaco. Dicho químico obtuvo este compuesto por medio del cloruro doble de cobre y de amonio; pero no ha dado mas pormenores acerca del método de que hizo uso. (*Véase Anales de Farmacia*, tom. 26 pág. 139.)

Amoniaco y óxido de urano.

Cuando se vierte amoniaco sobre una disolucion de óxido de urano se forma un precipitado amarillo, que es una combinacion de ambos cuerpos, la cual se descompone al calor rojo, desprendiéndose amoniaco, agua, nitrógeno y dejando por residuo protóxido de urano.

El amoniaco forma sales dobles con las sales de urano.

Amoniaco y óxido de mercurio.

Esta combinacion fué descubierta por GUIBOURT y PROUST. El mejor método de prepararla, segun KANE, consiste en hervir en el amoniaco cáustico el precipitado recien obtenido por la potasa en la disolucion de sublimado corrosivo. Cuando el color del precipitado no varia, se suspende la ebulicion; en cuyo caso tiene un color blanco algo amarillento. Por la accion del calor abandona el agua, el nitrógeno y el amoniaco, y queda un residuo de color rojo oscuro, el que por el enfriamiento adquiere poco á poco su color blanquecino.

Echado sobre las ascuas detona débilmente. Está compuesto de 3 átomos de óxido de mercurio, 1 equivalente de amoniaco y 2 átomos de agua (KANE).

Segun GUIBOURT la misma cantidad de óxido de mercurio se halla combinada con dos veces tanto amoniaco y carece de agua.

Amoniaco y óxido de plata.

El óxido de plata forma con el amoniaco la plata fulminante descubierta por BERTHOLLET.

Se obtiene digeriendo en el amoniaco el óxido de plata recien preparado, ó bien añadiendo un esceso de amoniaco á una disolucion de nitrato de plata, y precipitando la mezcla por un esceso de potasa cáustica.

Todas las sales de plata que contienen sales de amoniaco pro-

ducen con la potasa precipitados mezclados con plata fulminante.

Esta combinacion se nos presenta bajo la forma de un polvo de color pardo oscuro casi negro; se disuelve en el amoniaco, y por una evaporacion lenta forma cristales incoloros.

La plata fulminante detona con suma violencia por el choque, el frotamiento y la presion.

Se ignora aún la composicion de la plata fulminante. Las numerosas esperiencias que ha hecho SERULLAS, le han conducido á creer que está compuesta de nitrógeno y plata, pero con todo, sus ensayos no son decisivos.

Segun otros químicos parece ser una combinacion de amoniaco y óxido de plata, en la que estos dos cuerpos se encuentran reunidos sin esperimentar la menor descomposicion, lo que no es muy probable. Por último, pudiéramos suponer que es la amida de plata; sin embargo esta opinion no se halla apoyada en ningun hecho.

Amoniaco y óxido de platino.

Esta combinacion es muy análoga al oro fulminante. Se obtiene en estado de pureza, segun H. DAVY, precipitando el sulfato de platino por el amoniaco, é hirviendo despues el precipitado con una disolucion de sosa cáustica, con objeto de descomponer una sal doble básica que se precipita con el platino fulminante. Este cuerpo cuando está seco, constituye un polvo de color pardo oscuro, soluble en el ácido sulfúrico é insoluble en los ácidos clorohídrico y nítrico diluidos.

En contacto con el gas ácido clorohídrico se convierte lentamente en cloruro doble de platino y amonio.

Amoniaco y óxido de oro ($Au_2 O_3$).

El óxido de oro se combina con 2 equivalentes de amoniaco ($2 N_2 H_6$), y da origen á un compuesto anhidro que detona con violencia cuando se le frota ó espone á la accion del calor, el cual se conoce há tiempo con el nombre de *oro fulminante*. Se obtiene tratando el clorido de oro por el amoniaco cáustico, en cuyo caso se forma un precipitado amarillo que contiene cloro, del que se le puede privar completamente lavándole repetidas veces, ó hirviéndole con una solucion de potasa cáustica.

DUMAS ha obtenido directamente este cuerpo, rociando el óxido de oro con el amoniaco; en este caso constituye un polvo

pardo rojizo ó de color de oliva, que detona por el frotamiento ó cuando se le espone á una temperatura superior á + 100°.

Si se calienta el oro fulminante en un tubo de vidrio con una sustancia cualquiera reducida á polvo, que no ejerza accion descomponente sobre él, tal como el sulfato de potasa ó de barita, se descompone y produce agua, nitrógeno y amoniaco.

Segun los trabajos de DUMAS, su composicion se puede espresar por la fórmula;

$$Au_2\ N_4\ H_{12}\ O_3.$$

Contiene en 100 partes 26,1 de oro, 9,0 de nitrógeno y 14,9 de agua.

Los ácidos débiles y los álcalis no ejercen accion sensible sobre el oro fulminante.

El precipitado que contiene cloro, del cual hemos hecho mencion anteriormente, se disuelve en el ácido clorohídrico; mezclado con flor de azufre y calentado lentamente á + 150°, se hincha y descompone sin esplosion con desprendimiento de gas, y deja el oro metálico.

DUMAS considera el oro fulminante como una combinacion de nitruro de oro ($Au_2 N_2$), de amoniaco ($N_2 H_6$) y de agua ($H_6 O_3$)

Amoniaco y sesquióxido de osmio.

Osmio fulminante.

Si se echa el óxido de osmio ($Os\ O_2$) en el amoniaco, la mezcla se calienta y se forma osmiato de amoniaco, que se presenta bajo la forma de gotitas oleaginosas que se solidifican al poco tiempo y se precipitan.

Cuando hay un esceso considerable de amoniaco y se calienta la mezcla, se descompone el óxido de osmio y el amoniaco; se desprende nitrógeno, el líquido adquiere un color pardo oscuro, y cuando se le evapora se obtiene una combinacion de sesquióxido de osmio y de amoniaco.

El osmio fulminante es un polvo de color pardo oscuro, insoluble en el agua, que se descompone por el calor produciendo una ligera efervescencia, y se disuelve en los ácidos clorohídrico y sulfúrico. Evaporando estas disoluciones hasta sequedad, se obtiene un residuo de color pardo negruzco, que si está desecado

se hincha cuando se le calienta; se desprende al mismo tiempo una sal amoniacal, nitrógeno y agua, y queda el osmio reducido.

El osmio fulminante merece que se haga un estudio mas profundo de él en razon á que, segun parece, se disuelve en los ácidos sin descomponerse; los carbonatos alcalinos le disuelven sin desprender amoniaco, y la disolucion no precipita por el zinc ni por el hierro (BERZELIUS.)

Amoniaco y cloruros.

El amoniaco anhidro se combina con un número crecido de cloruros y en muchas de estas combinaciones parece hace el mismo papel que el agua, de suerte que el óxido de hidrógeno es reemplazado por su amida.

El agua descompone muchos cloruros en óxido y ácido clorohídrico; lo mismo sucede cuando algunos cloruros se hallan en presencia del amoniaco; en cuyo caso se forma por una parte ácido clorohídrico que se combina con el esceso de amoniaco, y por otra una amida.

El amoniaco descompone bastantes cloruros no metálicos á la temperatura ordinaria ó á otra mas elevada, y se forma ácido clorohídrico y un nitruro: en este caso se hallan los cloruros de azufre y de fósforo.

Hay otros cloruros cuyo metal no se combina con el nitrógeno; entonces solo se reduce al estado metálico, cuando se espone el cloruro á una temperatura elevada y se hace pasar una corriente de gas amoniaco.

Amoniaco y cloruro de azufre ($S\,Cl_2$).

El cloruro de azufre saturado de cloro forma dos combinaciones con el gas amoniaco: una de ellas se produce por la accion del amoniaco gaseoso sobre un esceso de cloruro de azufre, y la otra operando de un modo inverso. La primera de estas combinaciones, que designaremos con el nombre de *cloruro de azufre amoniacal*, contiene, segun la análisis de SOUBEIRAN, 1 átomo de cloruro de azufre y 1 equivalente de amoniaco, y la segunda que denominaremos *cloruro de azufre biamoniacal*, contiene doble cantidad de amoniaco $S\ Cl_2 + 2\ N_2\ H_6$

Todo lo que vamos á esponer respecto á estos dos cuerpos, está estractado de un trabajo notable hecho por SOUBEIRAN.

Cuando se mezcla el amoniaco *líquido* con el cloruro de azufre,

se descompone y hay un desprendimiento considerable de calor. Se forma una masa blanda de color pardo oscuro, sin produccion de ningun gas: el liquido adquiere algunas veces un color violado, pero se vuelve incoloro al poco tiempo, y contiene hiposulfito y sulfato de amoniaco. Si se calienta el cuerpo sólido, bien sea solo ó en el agua, pierde el color pardo, y se vuelve amarillo, duro y frágil. Lo mismo se observa cuando se le deja abandonado debajo del agua: en este caso ésta disuelve clorohidrato é hiposulfito de amoniaco y amoniaco libre.

Su composicion se espresa por la fórmula $Cl_2 S_4 N_6 H_{12}$. Se le puede considerar como formado de 1 átomo de cloruro de azufre $S Cl_2$, y de otro de nitruro de azufre $N_2 S_3$, con 2 equivalentes de amoniaco.

El cuerpo duro y amarillo que se produce cuando se calienta la masa parda con el agua, es soluble en el alcohol hirviendo, y si se evapora su disolucion se obtiene primero cristales de azufre, y despues una materia blanca y cristalina, pero en corta cantidad. GREGORY, que es quien ha descubierto este cuerpo, le ha hallado compuesto de azufre, nitrógeno é hidrógeno. Tiene la propiedad de tomar un color de amatista oscuro cuando se vierte potasa en su disolucion alcohólica, el que desaparece al poco tiempo; carácter que puede servir para diferenciarle de otros cuerpos.

Segun H. ROSE, el subcloruro de azufre $S_2 Cl_2$, presenta fenómenos análogos con el amoniaco.

No es raro ver aparecer cuando reaccionan estos cuerpos en estado anhidro, vapores purpúreos que se condensan bajo la forma de un polvo amarillo. Esta combinacion contiene 1 átomo de subcloruro de azufre $S_2 Cl_2$, y 1 equivalente de amoniaco (H. ROSE).

Cloruro de azufre amoniacal.

Su fórmula es: $S Cl_2 + N_2 H_6$ (SOUBEIRAN).

Preparacion.

Se obtiene poniendo en contacto gas amoniaco seco con cloruro de azufre en esceso á una temperatura baja: la reaccion es muy viva, y se forma un polvo rojo pardusco que es el cuerpo en cuestion.

Propiedades.

No es cristalino, tiene un olor particular, y se disuelve en el

alcohol y en el éter. En contacto con el agua se descompone, y se separa una materia blanda de color pardo, que se vuelve amarilla cuando se aumenta la temperatura. Está formada de azufre, que retiene indicios de nitrógeno y amoniaco. El agua adquiere propiedades ácidas; contiene ácido clorohídrico ó hiposulfuroso, y clorohidrato ó hiposulfito de amoniaco; la descomposicion del ácido hiposulfuroso es la causa de que al poco tiempo se vuelva lechosa.

Cuando se calienta el cloruro de azufre amoniacal, se vuelve amarillo en toda su masa, y se convierte en una mezcla de sal amoniaco con una combinacion de cloruro de azufre y de nitruro de este último cuerpo.

4 átomos de cloruro de azufre amoniacal producen:	$S_4\ Cl_8$	$+\ N_8\ H_{24}$
3 átomos de sal amoniaco ($Cl_2\ N_2\ H_6$) =	Cl_6	$N_6\ H_{24}$
1 átomo de nitruro de azufre =	S_3	N_6
1 átomo de cloruro de azufre =	$S\ Cl_2$	
	$S_4\ Cl_8$	$N_8\ H_{24}$

El cloruro de azufre amoniacal, tratado por un esceso de amoniaco, produce la composicion siguiente:

Cloruro de azufre biamoniacal.

Su fórmula es: $S\ Cl_2 + 2\ N_2\ H_6$ (SOUBEIRAN).

Preparacion.

Se forma cuando se introducen pequeñas cantidades de cloruro de azufre en un frasco grande lleno de gas amoniaco seco, procurando que haya siempre un esceso de amoniaco, y teniendo cuidado de enfriar bien el vaso, á fin de evitar un aumento rápido de temperatura. La reaccion, que es muy violenta, va acompañada de la produccion de unos vapores amarillos y densos que se condensan en las paredes del vaso en forma de unos copos de color amarillo sucio y muy ligeros.

Dejando estos copos en el vaso, por espacio de veinte y cuatro horas, en contacto con el amoniaco gaseoso, aparecen de un amarillo puro. Esponiéndoles al aire pierden el esceso de amoniaco que contienen.

Puédese preparar tambien poniendo en contacto la combinacion anterior con el amoniaco gaseoso y seco, hasta tanto que tenga un color amarillo claro.

Propiedades

Se presenta bajo la forma de un polvo de color amarillo de limon é inodoro; espuesto á la accion del calor, abandona amoniaco, y si se prolonga por más tiempo la accion, se desprende amoniaco, nitrógeno, azufre, sal amoniaco, y se sublima nitruro de azufre. Tratado por el agua fria y por el alcohol, se descompone y se forma nitruro de azufre, que se precipita bajo la forma de un polvo de color amarillo, el cual contiene la tercera parte del azufre de la combinacion. Digeriendo este precipitado en el líquido que se ha producido, desaparece poco á poco, y se forma sal amoniaco é hiposulfito de amoniaco. Se acelera esta descomposicion, añadiendo un ácido; pero en este caso se precipita azufre que proviene de la descomposicion del ácido hiposulfuroso.

El ácido sulfúrico ejerce una accion muy viva sobre el cloruro de azufre biamoniacal; se desprende cloruro de azufre y una combinacion de cloruro de azufre con la mitad del amoniaco, quedando únicamente sulfato de amoniaco.

La formacion del nitruro de azufre en contacto con el agua se esplica con facilidad, teniendo presente que el cloruro de azufre biamoniacal contiene los elementos de 1 átomo de nitruro de azufre, de 3 equivalentes de sal amoniaco y de otros 3 de amoniaco; pero como el nitruro de azufre se descompone tambien en el agua, en ácido hiposulfuroso y amoniaco, y la descomposicion es tanto mas rápida, cuanto mayor es la cantidad de amoniaco libre que hay en el líquido, es evidente que esta es la causa de que no se encuentre sino una parte del azufre en el nitruro de azufre.

Amoniaco y cloruros de fosforo.

Los cloruros de fósforo se combinan con el amoniaco, y forman compuestos sólidos de color blanco. Las propiedades particulares que ofrecen estos cuerpos suministraron á H. DAVY argumentos en favor de su teoría acerca de la naturaleza del cloro; sin embargo, despues que los esperimentos de H. ROSE han demostrado su verdadera constitucion, no pueden servir ya para apoyarla. Antes de DAVY, se consideraban los cloruros de fósforo, como unos compuestos formados de ácido fosfórico anhidro y de ácido muriático, y segun este sábio, estas combinaciones debian producir fosfato y clorohidrato de amoniaco; es decir, dos sales solubles, al saturarlas por el amoniaco; pero los compuestos ob-

tenidos por DAVY eran pulverulentos, de color blanco, insolubles en el agua y apenas alterables por la accion de los ácidos y de los álcalis: de esto concluyó que estas materias no contenian ácido fosfórico, ni ácido muriático. Es evidente que este célebre químico confundió estas combinaciones de cloruro de fósforo y amoniaco, con el nitruro de fósforo, cuerpo que se forma por la descomposicion de los primeros, cuya produccion se esplica muy bien por la antigua teoría, admitiendo que hay descomposicion recíproca del ácido fosfórico anhidro y de los elementos del amoniaco. Esto esplica suficientemente las diferencias que se hallan entre las observaciones de H. ROSE y del químico inglés.

Protocloruro de fósforo amoniacal.

Fórmula: $P_2 Cl_6$, $5 N_2 H_6$ (H. ROSE.)

Se prepara haciendo pasar una corriente de gas amoniaco por el protocloruro de fósforo, procurando permanezca frio mientras hay absorcion. Se presenta bajo la forma de un polvo blanco sin aspecto cristalino, en el que se notan algunos puntos pardos, cuando se ha calentado al tiempo de formarse.

Si se trata el compuesto pulverulento en cuestion por el agua, se disuelve sal amoniaco sin produccion de calor, y queda por residuo un cuerpo blanco y sólido, que despues de bien lavado y desecado, produce agua, cuando se le calcina con óxido de cobre. Espuesto á la accion del fuego en contacto con el hierro ó el cobre produce amoniaco; si se le hierve por mucho tiempo con agua ó amoniaco líquido, no se disuelve ni altera. Hasta ahora nos es desconocida la composicion exacta de este residuo insoluble.

El protocloruro de fósforo amoniacal, en contacto con el ácido clorohídrico concentrado, se disuelve con produccion de calor, sin dejar por residuo mas que algunos copos ligeros. El líquido contiene en este caso en disolucion sal amoniaco y ácido fosforoso. Los ácidos sulfúrico y nítrico ejercen la misma accion; sin embargo hay la diferencia, cuando se emplea el último, de que se forma ácido fosfórico, cuya produccion es debida á la oxidacion del ácido fosforoso. Si se hierve este cuerpo con los álcalis cáusticos, se transforma en amoniaco, fosfito y cloruro alcalinos. Sin embargo esta última descomposicion no se verifica sino con dificultad.

Cuando se calcina el protocloruro de fósforo amoniacal, sin contacto con el aire, se desprende amoniaco, se volatiliza sal amoniaco y fósforo, y queda únicamente fósfuro de nitrógeno

($P_2 N_4$). Se obtiene por término medio 21,27 por ciento de fósfuro de nitrógeno, cuya cantidad de fósforo es á la que existia en 100 partes de la combinacion, como 4 es á 5. Por consiguiente 10 átomos de cloruro de fósforo amoniacal se descomponen, segun H. ROSE, en 8 de fósfuro de nitrógeno, 15 equivalentes de sal amoniaco, 2 átomos de fósforo, 2 equivalentes de amoniaco y 9 de hidrógeno.

Segun esta descomposicion deberia obtenerse 21,38 por ciento de fosfuro de nitrógeno. Cuando se hace pasar el vapor de cloruro de fósforo por un tubo de vidrio que contenga sal amoniaco, y se halle espuesto á una temperatura moderada, queda igualmente fosfuro de nitrógeno; al mismo tiempo se desprende fósforo y ácido clorohídrico, pero no hidrógeno.

Este seria un buen método que podria utilizarse con ventaja para obtener el fosfuro de nitrógeno.

Percloruro de fósforo amoniacal.

Fórmula probable, segun H. ROSE: $P_2 Cl_{10}, 5 N_2 H_6$.

Se prepara como la combinacion anterior, saturando con amoniaco el percloruro de fósforo. Hasta ahora no sabemos con certeza cuál es la composicion de este cuerpo, porque los resultados analíticos obtenidos por H. ROSE han sido siempre diferentes. La cantidad de cloro varía, por ejemplo, entre los números 60 y 73,55 por ciento. El primero de estos números corresponde á una combinacion formada de 2 átomos de deutocloruro 2 ($P_2 Cl_{10}$), y 5 equivalentes de amoniaco 5 ($N_2 H_6$), ínterin que el segundo corresponde á 1 átomo del mismo cloruro ($P_2 Cl_{10}$), y 2 equivalentes de amoniaco.

Cuando se pone en contacto el percloruro de fósforo con el gas amoniaco, al combinarse, parece se descomponen mútuamente. La materia blanca y sólida que resulta cede á el agua sal amoniaco, y queda un polvo blanco que contiene fósforo, cloro y los elementos del agua. Si se hace actuar, por mucho tiempo, la potasa cáustica hirviendo sobre este polvo, le quita todo el cloro y se desprende amoniaco; pero conserva su aspecto. Despues de bien lavado y desecado se obtiene, cuando se le calcina con cobre metálico, amoniaco, fosfuro de cobre y fosfato de protóxido de cobre. Por una análisis aproximada se han obtenido 40,68 por ciento de fósforo, y 24,27 de agua.

Si se calcina el percloruro de fósforo amoniacal al abrigo del del aire, se obtiene fosfuro de nitrógeno, y se volatiliza sal

amoniaco y ácido clorohídrico: se desprende ademas un cuerpo volátil que parece se produce siempre en la descomposicion de esta sustancia. Esta materia volátil, que está compuesta de fósforo, cloro y nitrógeno, se puede obtener tambien destilando el percloruro de fósforo amoniacal con agua, en cuyo caso pasa al recipiente arrastrada por el vapor acuoso, y se condensa bajo la forma de unos cristales nacarados que sobrenadan en el agua, sin mojarse. Estos cristales se disuelven en el éter y en el alcohol, los cuales se vuelven á depositar por la evaporacion bajo la forma de tablas trasparentes de mucha dimension: se funden y se les puede sublimar; son insolubles en el agua, é inalterables por la accion de los ácidos y de los álcalis. Si se hace pasar el vapor de este compuesto por el hierro candente se forman cloruro y fosfuro de hierro, y nitrógeno que se desprende. Segun algunos ensayos analíticos es muy probable que su fórmula sea: $P_6\,Cl_{10}\,N_4$, lo que conduce á considerarle como una combinacion de fosfuro de nitrógeno y de cloruro de fósforo, en la cual el fosfuro de nitrógeno contiene un número igual de átomos elementales, á saber: $P_2\,Cl_{10}$, $2\,P_2\,N_2$. Sin embargo la exactitud de esta fórmula no se halla confirmada, y por lo tanto exige se hagan nuevas investigaciones con este objeto.

Amoniaco y cloruro de arsénico.

El cloruro de arsénico absorbe una cantidad considerable de amoniaco, y se convierte en un cuerpo sólido blanco, que se disuelve completamente cuando se le digiere en agua. De la disolucion concentrada é hirviendo se depositan unas costras salinas que contienen cloro, arsénico y amoniaco. Esta combinacion se disuelve tambien en el alcohol, en el que cristaliza en cubos trasparentes y muy lustrosos. Si se la rocía con ácido sulfúrico concentrado se forma sulfato de amoniaco, y se separa cloruro de arsénico.

Amoniaco y cloruro de boro.

Fórmula: $2\,B_2\,Cl_6$, $3\,Ad\,H_2$

Cuando se combinan 2 volúmenes de cloruro de boro y 3 de gas amoniaco, forman un cuerpo blanco pulverulento que se sublima al calor rojo. El agua le convierte en sal amoniaco y borato de amoniaco.

Amoniaco y cloruro de titano.

El cloruro de titano absorbe de 25 á 26 por ciento de gas amoniaco, y da orígen á un compuesto pardo muy delicuescente. Espuesto á la accion del calor, estando privado de humedad, produce primero amoniaco y despues sal amoniaco y ácido clorohídrico; tambien se sublima un cuerpo amarillo y cristalino, y queda en el aparato titano metálico, en forma de una capa, de color de púrpura ó azul cobrizo, que cubre las paredes del vaso. El cloruro de titano amoniacal contiene 1 átomo de cloruro de titano y 2 equivalentes de amoniaco; en el sublimado que se produce por la accion del calor existen, segun H. Rose, 2 átomos de cloruro y 3 equivalentes de sal amoniaco.

Si se calienta lentamente la materia sublimada hasta el rojo en un tubo de vidrio, y se hace pasar por él una corriente de gas amoniaco, se produce sal amoniaco, se desprende hidrógeno y nitrógeno, y queda titano en estado cristalino ó bien en fragmentos de color azul cobrizo.

Amoniaco y deutocloruro de estaño.

El deutocloruro de estaño puesto en contacto con el gas amoniaco, se convierte en un cuerpo sólido muy blanco, que no atrae la humedad atmosférica y se sublima con facilidad. Esta combinacion se disuelve en el agua, sin dejar residuo; por la accion del calor se convierte en una especie de gelatina formada de óxido de estaño. El compuesto en cuestion contiene 1 átomo de deutocloruro de estaño y 1 equivalente de amoniaco.

Cuando se trata un protocloruro de estaño que contenga un esceso de ácido clorohídrico, por una cantidad de acido nítrico suficiente para convertirle en deutocloruro, se obtiene por el enfriamiento un precipitado blanco, que se disuelve en el agua hirviendo, y se deposita, cuando se enfria esta, bajo la forma de octaedros regulares, casi siempre huecos; estos cristales contienen 2 átomos de deutocloruro de estaño y 1 equivalente de amoniaco.

Amoniaco y cloruro de calcio.

Su fórmula se espresa por: $Cl_2\,Ca + 4\,Ad\,H_2$

100 partes de cloruro de calcio absorben 119 de amoniaco y aumentan de volúmen; el compuesto que resulta es blanco y abandona el gas que ha absorbido, cuando se le espone á la accion

del calor. La facilidad con que el cloruro de calcio absorbe el amoniaco, impide hacer uso de él para desecar este gas.

Amoniaco y cloruro de estroncio.

Su fórmula es: $Cl_2\,Sr + 4\,Ad\,H_2$

100 partes de cloruro de estroncio absorben 84,52 de amoniaco, y dan orígen á un cuerpo blanco pulverulento que pierde el amoniaco por el calor.

Amoniaco y bicloruro de cobre.

Fórmula: $Cl_2\,Cu + 3\,Ad\,H_2$

100 partes de bicloruro de cobre absorben 73,70 de gas amoniaco, y el compuesto pasa del color pardo á un bello azul. Esta combinacion pierde el amoniaco, cuando se la espone á la accion del calor, se vuelve verde, y despues parda; se sublima sal amoniaco y el residuo consiste en protocloruro de cobre.

Amoniaco y cloruro de níkel.

Su fórmula es: $Cl_2\,Ni + 3\,Ad\,H_2$

100 partes de cloruro de nikel absorben 74,84 de amoniaco: la combinacion que se forma, es blanca con un viso violado. En contacto con el agua abandona hidrato de óxido de nikel; por la calcinacion se desprende primero amoniaco y despues se volatiliza sal amoniaco, y queda únicamente nikel metálico.

Amoniaco y cloruro de cobalto.

Fórmula: $Cl_2\,Co + 2\,Ad\,H_2$

100 partes de cloruro de cobalto absorben 52,43 de amoniaco, y producen un polvo blanco voluminoso, algo rojizo, el cual tratado por el agua se vuelve verde y abandona el óxido de cobalto.

Amoniaco y cloruro de plomo.

Su fórmula se espresa por: $4\,Cl_2\,Pb + 3\,Ad\,H_2$

El cloruro de plomo absorbe con suma lentitud 9,31 por ciento de amoniaco, el que abandona por medio del calor. (H. ROSE).

Amoniaco y cloruro de antimonio.

Su fórmula es: $Sb_2\,Cl_6 + Ad\,H_2$

Cuando se funde el protocloruro de antimonio en el gas amoniaco, 100 partes del primero se combinan con 8,19 del segundo. El percloruro de antimonio ($Sb_2\ Cl_{10}$) absorbe una cantidad considerable de gas amoniaco y da orígen á un compuesto pardo.

Amoniaco y cloruro de mercurio.

El protocloruro de mercurio que se obtiene por la via húmeda, despues de desecado, se ennegrece en el gas amóniaco; 2 átomos de protocloruro absorben un equivalente de amoniaco; pero este amoniaco se separa por medio del calor. Cuando se sublima el protocloruro de mercurio en una atmósfera de este gas permanece blanco; lo que indica, como lo ha observado H. ROSE, que la combinacion no se verifica á esta temperatura.

Amoniaco y deutocloruro de mercurio.

Se representa su fórmula por: $2\ Cl_2\ Hg + Ad\ H_2$

El sublimado corrosivo privado de humedad absorbe 6,8 por ciento de amoniaco cuando se le espone á la accion del calor en una atmosféra de este gas, y no cambia de aspecto. La combinacion despues del enfriamiento se convierte en una masa cristalina que se sublima sin descomponerse; es insoluble en el agua y se vuelve amarilla por medio de la ebulicion; la disolucion de potasa cáustica la comunica tambien un color amarillo, sin que por esto esperimente descomposicion sensible. El ácido nítrico la disuelve parcialmente. No cabe duda que el deutocloruro y el amoniaco se han alterado por la formacion del nuevo compuesto; este pertenece respecto á sus propiedades á la clase de las amidas. Segun H. ROSE, se le puede considerar como una combinacion de amida de protocloruro de mercurio con bicloruro de este mismo metal, $Hg\ Ad,\ Cl_2\ Ad\ H_4,\ 3\ Cl_2\ Hg$.

Amoniaco y cloruro de plata.

Se espresa su fórmula por: $2\ Cl_2\ Ag + 3\ Ad\ H_2$

Esta combinacion ha sido descubierta por FARADAY. 100 partes de cloruro absorben 17,31 de amoniaco, el cual no altera el aspecto del cloruro, á escepcion de un ligero aumento de volúmen; si se le calienta hasta que entre en fusion se desprende todo el amoniaco (H. ROSE).

Amoniaco y cloruro de platino.

Fórmula: $Pt\,Cl_2 + Ad\,H_2$.

Esta combinacion notable que descubrió MAGNUS, se obtiene mezclando una disolucion de protocloruro de platino en el ácido clorohídrico con el amoniaco. Se produce un precipitado formado de agujitas de color verde oliva oscuro. Este compuesto es notable por su estabilidad; los ácidos y los álcalis no actúan sobre él, escepto el ácido nítrico, que le convierte por una parte en platino, y por otra en una combinacion de cloro, platino, nitrógeno é hidrógeno. Esta última combinacion tiene las propiedades de una base salificable (*Véase* cloruro de platino é hidramida).

Amoniaco y otros cloruros.

Los cloruros de aluminio y de silicio forman con el amoniaco combinaciones análogas á las que producen los cloruros de estaño y de antimonio. El cromato de percloruro de cromo ($Cr_2\,O_3$, $Cr_2\,Cl^6$) se descompone con desprendimiento de luz y calórico.

Amoniaco y bromuros, ioduros y fluoruros.

Los bromuros se conducen con el amoniaco de un modo análogo á los cloruros correspondientes, al paso que los ioduros parece poseen propiedades distintas. El bi-ioduro de mercurio, por ejemplo, absorbe 1 equivalente de amoniaco sin esperimentar otra alteracion que volverse blanco, el cual pierde todo el amoniaco esponiéndole al aire.

Amoniaco y fluoruro de boro.

El *fluoruro de boro* se combina con el amoniaco en tres proporciones. Con un volúmen de amoniaco igual al suyo forma una combinacion sólida, blanca y capaz de sublimarse $BF_6 + Ad\,H_2$, que toma la forma líquida, absorbiendo otro volúmen de amoniaco; combinándose con otro mas, no cambia de estado. Todas estas combinaciones se descomponen en contacto con el agua, y se forma fluoruro de amonio y borato de amoniaco.

Amoniaco y fluoruro de silicio.

El *fluoruro de silicio* se une á dos volúmenes de amoniaco y

da orígen á un cuerpo blanco, que cuando se le espone á la accion del calor se volatiliza sin descomponerse, y en contacto con el agua forma ácido silícico y fluosiliciuro de amonio.

Segun PERSOZ, que es uno de los químicos que mas se han ocupado de la accion que ejerce el amoniaco sobre los cloruros, el cloruro de calcio no absorbe el amoniaco; lo que es un error manifiesto, y el cloruro de silicio forma, segun sus esperiencias, una combinacion que resiste al calor sin descomponerse. Los cloruros de zinc, de bismuto y de urano, segun el mismo químico, parece tienen la propiedad de formar combinaciones sólidas con el amoniaco. En general, los resultados analíticos obtenidos por él, no están conformes con los de las análisis de H. ROSE.

Amoniaco y oxisales.

Un número considerable de oxisales se conducen con el amoniaco como los cloruros correspondientes. Se obtienen estos compuestos esponiendo las oxisales anhidras á la accion de una corriente de gas amoniaco, hasta que deje de haber absorcion.

Las sales anhidras que tienen la propiedad de combinarse con agua de cristalizacion, se unen tambien, con algunas escepciones, á el amoniaco, el cual en este caso reemplaza una parte del agua de cristalizacion.

Segun H. ROSE, el sulfato de magnesia, los nitratos de barita y de sosa, el fosfato de cobre y el bicromato de potasa, carecen de la propiedad de combinarse con el amoniaco.

Amoniaco y sulfato de manganeso.

Fórmula: $SO_3\,Mn\,O + 2\,Ad\,H_2$.

100 partes de sulfato de manganeso anhidro absorben 43,68 partes de amoniaco; la sal aumenta considerablemente de volúmen y se convierte en un polvo blanco. Cuando se espone esta combinacion al aire ó á la accion del calor, se desprende el amoniaco, se disuelve en el agua y deja un resíduo de protóxido.

Amoniaco y sulfato de zinc.

Su fórmula es: $2\,SO_3\,Zn\,O + 5\,Ad\,H_2$.

100 partes de sulfato de zinc absorben 51,22 de amoniaco: el resultado es un polvo blanco, del que se desprende sulfito de amoniaco cuando se le espone á la accion del calor.

Amoniaco y sulfato de cobre.

Fórmula : 2 SO_3 *Cu* O + A*d* H_2 .

El sulfato de cobre anhidro absorbe el gas amoniaco con mucha avidez y con desprendimiento de calor; adquiere un hermoso color azul y aumenta considerablemente de volúmen. Esta combinacion es completamente soluble en el agua y se funde por el calor; en cuyo caso pierde amoniaco y agua; se sublima sulfito de amoniaco y queda una mezcla de protóxido de cobre y de metal. 100 partes de esta sal absorben 53,2 de amoniaco.

Amoniaco y sulfato de nikel.

Fórmula : SO_3 *Ni* O + 3 A*d* H_2 .

Consiste en un polvo blanco voluminoso, que tiene un viso rojizo. 100 partes de esta sal absorben 66 de amoniaco; en contacto con el agua abandona hidrato de óxido de nikel. Calcinándola con rapidez una parte se convierte en metal y sulfuro metálico.

Amoniaco y sulfato de cobalto.

Fórmula : SO_3 *Co* O + 3 A*d* H_2 .

Se presenta bajo la forma de un polvo voluminoso rojo blanquecino. 100 partes de sulfato de cobalto absorben 66,48 de amoniaco. Esta combinacion se disuelve en el agua, pero deja un resíduo de óxido; cuando se la calienta se funde, se vuelve azul y se desprende amoniaco y sulfito de amoniaco.

Amoniaco y sulfato de cadmio.

Su fórmula es : SO_3 *Cd* O + 3 A*d* H_2 .

100 partes de sulfato de cadmio absorben 18,48 de amoniaco. Respecto á lo demas, posee las mismas propiedades que la combinacion anterior.

Amoniaco y sulfato de plata.

Fórmula : SO_3 *Ag* O + A*d* H_2 .

Se presenta bajo la forma de un polvo blanco que se disuelve en el agua sin dejar resíduo.

Amoniaco y nitrato de plata.

Su fórmula es: N_2 O_5 *Ag* O + 3 A*d* H_2 .

Cuando se espone el nitrato de plata á la accion de una corriente de amoniaco, se funde y calienta mucho, y forma una masa blanca compacta y totalmente soluble en el agua. 100 partes de nitrato absorben 30,31 de amoniaco.

Bihidruro de amida ó amonio.

Fórmula : $Ad + H_4 = N_2 H_8$.

Todavía no se ha conseguido aislar el amonio; pero puede existir combinado con el mercurio, formando una amalgama ; en cuyo estado se le obtiene cuando se somete el amoniaco ó una de sus sales á la accion de la pila voltáica , colocando el mercurio en el polo negativo de esta. Puédese obtener tambien este compuesto preparando una aleacion de potasio ó sodio y mercurio en la que, en cien partes, haya una de los indicados metales potasio ó sodio , y colocando esta amalgama en una solucion concentrada de una sal amoniacal (DAVY).

Amalgama de amonio.

Cuando se trata el mercurio del modo que hemos indicado, aumenta por lo menos de 10 á 50 veces su volúmen primitivo, y se trasforma en una masa butirosa con lustre argentino. A una temperatura inferior á 0°, la amalgama es sólida y dura, y cristaliza en cubos regulares. Cuando cesan de obrar las causas que la han producido , esto es , la electricidad desenvuelta por la pila ó por la amalgama de potasio ó de sodio , se descompone el producto poco á poco y en el mismo período de tiempo , cualquiera que sea la temperatura del aire ambiente; se desprende amoniaco é hidrógeno y queda únicamente mercurio metálico.

Segun GAY-LUSSAC Y THÉNARD , el volúmen de los gases que se desprenden de la amalgama en este caso , es al del mercurio que queda, como 5 : 1. Esta mezcla gaseosa contiene 2 volúmenes de hidrógeno para 2 ½ de amoniaco. Por el contrario, segun DAVY, la amalgama de amonio se descompone en 6 volúmenes de gas y 1 de mercurio ; los 6 volúmenes contienen 1 de hidrógeno para 2 de amoniaco. Pero como 2 volúmenes de este último contienen 3 de hidrógeno, se deduce que en la amalgama de mercurio debe existir una combinacion de 1 átomo de nitrógeno y 4 de hidrógeno.

No se puede conservar la amalgama de amonio en la nafta; el alcohol y el éter aceleran su descomposicion.

El ácido sulfúrico concentrado la descompone de un modo muy notable; por una parte se forma sulfato de amoniaco y por otra se separa mercurio y azufre (SEEBECK).

DAVY obtuvo la amalgama de amonio poniendo en contacto el alambre del polo negativo de la pila con un glóbulo de mercurio colocado en una cavidad practicada en un pedazo de sal amoniaco que se hallaba sostenido por una lámina de platino que comunicaba con el polo positivo.

Es fácil esplicar cómo se forma la amalgama de amonio por la accion de la electricidad: cuando se espone la sal amoniaco á la accion de la pila, la amalgama se dirige al polo negativo y solo se observa un ligero desprendimiento de gas hidrógeno, al paso que en el positivo queda el cloro en libertad. Si se hace uso del carbonato de amoniaco se desprende oxígeno en el polo positivo. La sal amoniaco contiene 1 equivalente de cloro, otro de nitrógeno y 4 de hidrógeno; estos dos últimos elementos se combinan con el mercurio y el cloro se separa. Cuando se hace uso de la amalgama de potasio ó de sodio, el metal alcalino descompone el agua; el oxígeno se une al potasio ó al sodio y forma potasa ó sosa que se combina con el ácido, y el hidrógeno, en estado naciente, se une á el amoniaco, y el amonio que resulta se amalgama con el mercurio.

Segun esto, lo que precede prueba de un modo evidente que el nitrógeno posee la propiedad de formar con el hidrógeno una combinacion mas rica en hidrógeno que el amoniaco. Esta combinacion es de naturaleza metálica? Es una cuestion dificil de resolver con certeza, porque hasta ahora no se ha podido separar el amonio del mercurio.

Hé aquí sin embargo algunos argumentos que se pueden esponer en favor de la existencia del amonio.

1.° Solo los metales poseen la propiedad de formar con el mercurio combinaciones que tengan lustre metálico; todas las combinaciones de mercurio con los cuerpos no metálicos son incoloras ó coloreadas, pero ninguna tiene lustre metálico.

2.° La menor cantidad de potasio ó de sodio aleada con el mercurio es suficiente para privarle de su fluidez; ningun cuerpo no metálico se disuelve en el mercurio ni puede cristalizar con él.

3.° La amalgama de amonio se conduce con el ácido sulfúrico de un modo igual que las de potasio y sodio, las cuales se descomponen en mercurio, sulfato y azufre. Segun esto, es muy probable, por no decir cierta, la existencia del amonio, como cuerpo que hace el papel de un metal. Si se admite su existencia en las

sales amoniacales, la constitucion de estas es enteramente análoga á la de las sales que contienen una base metálica propiamente dicha.

En las combinaciones del amoniaco con los ácidos clorohídrico, sulfúrico, fosfórico, etc., supondremos siempre la existencia del amonio y del óxido de amonio, en tanto que no se demuestre de un modo positivo lo contrario. Así que, el sulfato de amoniaco será considerado como sulfato de óxido de amonio; pero como el sulfato de amoniaco *anhidro* no posee las propiedades de las sales amoniacales, se hablará de él por separado.

Sales amoniacales.

Las sales amoniacales se forman en general, cuando el gas amoniaco seco se halla en contacto con los oxácidos hidratados ó con los hidrácidos, tambien hidratados ó anhidros: se les prepara saturando estos mismos ácidos con el amoniaco acuoso ó con el carbonato de amoniaco.

Todas las sales de amoniaco formadas por los hidrácidos, así como tambien el sulfato de amoniaco, se volatilizan sin descomponerse, cuando se las espone á una temperatura elevada; las que están constituidas por los oxácidos, abandonan en las mismas circunstancias parte del amoniaco y se transforman en sales ácidas, que se subliman ó volatilizan, y dejan por resíduo el ácido no descompuesto (fosfato y borato de amoniaco). Algunas sales se descomponen por el calor de tal modo, que el hidrógeno del amoniaco se combina con todo ó una parte del oxígeno del ácido (oxalato y formiato de amoniaco).

Cuando se tritura una mezcla seca ó humedecida de los álcalis cáusticos, tierras alcalinas ó de un óxido metálico propiamente dicho, tal como el de plomo, con una sal de amoniaco, se desprende esta base; esto se demuestra mojando un tubo de vidrio en ácido nítrico ó clorohídrico y aproximándole á la sal; en cuyo caso se observa que se forman unos vapores blancos.

Todas las sales amoniacales neutras formadas por ácidos solubles, son solubles. Muchas pierden el amoniaco cuando se las espone al aire, ó cuando se las disuelve; el líquido ejerce en este caso una reaccion ácida; lo que es debido, en general, á que se forma una sal ácida.

Las sales dobles que forman el cloruro de amonio y las demas sales amoniacales con el bicloruro de platino, ó el sulfato de amoniaco con el sulfato de alumina, son poco solubles, asi como el fosfato doble de magnesia y amoniaco y el tartrato ácido de amo-

niaco. Hé aquí por qué el bicloruro de platino, el sulfato de alumina y el ácido tártrico forman precipitados cristalinos en los líquidos amoniacales, aun cuando estén bastante diluidos, y pueden servir como reactivo para descubrir la presencia del amoniaco.

En las investigaciones analíticas se emplea el bicloruro de platino para determinar la cantidad de amoniaco; cuando el bicloruro de que se va á hacer uso no contiene un esceso considerable de ácido clorohídrico, se añade un poco de este ácido. Mezclando el líquido con alcohol y lavando el precipitado con este último líquido, se evita una pérdida que se esperimentaria por la solubilidad del precipitado. 100 partes de cloroplatinato de amoniaco contienen 7,692 de amoniaco.

En la análisis de la oxamida, DUMAS ha determinado el amoniaco en estado de gas. Sin embargo, este método no es rigorosamente exacto, pues solo da un resultado aproximado.

Para determinar la cantidad de amoniaco se ha recurrido con frecuencia á otro método, que consiste en absorber el amoniaco gaseoso por medio del ácido clorohídrico diluido: evaporando el líquido en baño de maría, se obtiene por resíduo sal amoniaco.

En la mayor parte de los casos se determina el amoniaco por medio del volúmen de nitrógeno que suministra, cuando se calcina la combinacion con el óxido de cobre. Este es el procedimiento que se sigue en las análisis orgánicas.

Las sales amoniacales forman con otras sales una clase muy numerosa de sales dobles.

Sales haloideas y sulfosales á base de amoniaco.

Se conocen con el nombre de sales haloideas de amoniaco, las combinaciones de esta hidrobase con los hidrácidos; las que se pueden considerar por su analogía con las sales haloideas metálicas, como formadas de amonio y de un cuerpo halógeno.

Cloruro de amonio.

Fórmula: $Cl_2\,Ad\,H_4$.

Preparacion.

La sal amoniaco se prepara en grande de un modo indirecto, descomponiendo los cloruros por el carbonato ó el sulfato de amoniaco. Se hace uso con este objeto del carbonato impuro, tal como se obtiene en la destilacion seca de las materias animales, y se le mezcla con las aguas madres de las salinas (Kreuznah y Nauheim)

que contienen principalmente cloruro de calcio, en cuyo caso se forma sal amoniaco que queda disuelta, y carbonato de cal que se precipita. El líquido que resulta se evapora hasta que pueda cristalizar, ó hasta sequedad, y la materia que se obtiene se sublima en vasos de vidrio ó de barro.

Para prepararla con el sulfato de amoniaco, se somete á la sublimacion una mezcla de esta sal y cloruro de sodio, ó bien se evapora una disolucion de estas sales: la sal amoniaco cristaliza la primera. En esta operacion, el cloruro de sodio y el sulfato de amoniaco se descomponen de tal modo, que se forma sulfato de sosa y cloruro de amonio.

$$Cl_2\,Na + SO_3\,Ad\,H_4\,O = Cl_2\,Ad\,H_4 + SO_3\,Na\,O.$$

En los paises tales como Egipto, en que el combustible ordinario es escremento desecado de animales, se obtiene la sal amoniaco del hollin, que la contiene ya formada, y se la purifica por medio de la sublimacion.

El procedimiento actual, que GRAVENHORST egecutó el primero en grande en Brunswick, ha hecho que este último se abandone.

Propiedades.

La sal amoniaco del comercio se presenta bajo la forma de panes hemisféricos, huecos y semitrasparentes, que por lo general tienen un color pardo ó negro en la superficie convexa. Esta sal es blanca, cristalina, fibrosa, y resiste á la percursion á causa de su flexibilidad.

Cristaliza en octaedros ó en formas derivadas: se encuentra siempre en estado anhidro, y tiene una densidad de 1,45; su sabor es fresco, picante y salado; por la accion del calor se sublima sin descomponerse; se disuelve en 2,72 partes de agua fria, en su peso á la temperatura de la ebulicion y en 8 de alcohol.

Los ácidos sulfúrico hidratado y nítrico la descomponen con el ausilio del calor. Segun H. ROSE, la sal amoniaco bien pulverizada, espuesta á los vapores del ácido sulfúrico anhidro, les absorbe con suma avidéz y forma una masa diáfana y compacta, que no humea cuando se la espone al aire, y el agua descompone con rapidez en ácido clorohídrico y sulfato de amoniaco.

El potasio, el hierro, el zinc y el manganeso, ausiliados por el fuego, descomponen la sal amoniaco; se desprende amoniaco é hidrógeno, y queda un cloruro metálico.

El estaño metálico se disuelve con facilidad, tanto en frio como en caliente, en una disolucion de sal amoniaco. Lo mismo há lugar con la plata; pero en este caso no se efectúa la disolucion sin el contacto del aire. Esta es incolora y trasparente, y se enturbia cuando se la diluye en agua, á causa de que se precipita cloruro de plata. La mayor parte de los óxidos descomponen la sal amoniaco y dan orígen á cloruros, amoniaco y 16,78 por ciento de agua.

Los óxidos de cobalto y de nikel, mezclados íntimamente con sal amoniaco, se reducen al estado metálico cuando se espone la materia á una temperatura elevada. El hidrógeno del amoniaco es en este caso el cuerpo reductor: hé aquí un medio el mas sencillo para obtener estos metales en el mayor grado posible de pureza; esto es, sin carbono, hierro ni cobre. Estos dos metales se volatilizan con la sal amoniaco. Un número considerable de sales de plata constituidas por ácidos orgánicos, dejan un residuo de plata cuando se las humedece con una disolucion de sal amoniaco y se las calcina.

Es muy difícil reducir la sal amoniaco á polvo fino á causa de su tenacidad. Para conseguir este objeto lo mejor es enfriar repentinamente una disolucion concentrada é hirviendo de esta sal en un frasco tapado, y agitarla contínuamente. El precipitado granugiento y cristalino que se forma, se coloca en una cápsula de porcelana, que se calienta á fuego desnudo: la sal se reduce á polvo por efecto de la desecacion.

Usos.

La sal amoniaco se usa en medicina. Se emplea para obtener el amoniaco, las demas combinaciones de esta base y para el estañado de las vasijas de cobre, etc., etc. En esta última operacion reduce el óxido de cobre que se forma por la accion del fuego, el cual impediria que el estaño adhiriese al cobre: el amoniaco de la sal amoniaco reduce una parte del óxido al estado metálico, y la otra la convierte en protocloruro de cobre, que se volatiliza á la temperatura á que se funde el estaño.

Cuando se humedece una mezcla de limaduras de hierro y de 1 á 2 por ciento de azufre con una solucion de sal amoniaco, el hierro se convierte con suma rapidez en una mezcla de óxido, de metal, de cloruro y sulfuro. Esta mezcla sirve para enlodar las junturas de los aparatos, cuando las piezas que los componen son de hierro.

La solucion acuosa de sal amoniaco tiene la propiedad de di-

solver el cloruro de plata; se usa esta disolucion para platear en frio el cobre y el laton.

La sal amoniaco forma sales dobles con los cloruros de molibdeno, magnesio, estaño, manganeso, zinc, cadmio, hierro, cobalto y nikel, y con el protóxido y bióxido de cobre. Las disoluciones de estas sales no precipitan cuando se las trata por un esceso de amoniaco. Existen sales básicas formadas de sal amoniaco y de combinaciones particulares de óxidos metálicos y de amoniaco.

Si se mezcla una solucion de bicloruro de cobre con sal amoniaco, se obtiene un líquido verde que se vuelve amarillo cuando se le espone al calor, por cuya propiedad puede hacerse uso de él como tinta simpática. El deutoioduro de mercurio se disuelve fácilmente en una disolucion de sal amoniaco, en la que cristaliza sin alterarse, bien sea evaporando el líquido ó añadiéndole agua.

Las combinaciones dobles mas importantes que forma la sal amoniaco son las siguientes:

Cloruro doble de amonio y de magnesio.

Fórmula: $Ad\,H_4\,Cl_2 + Mg\,Cl_2$.

Obtiénese esta sal añadiendo sal amoniaco, en cantidad suficiente, á una solucion concentrada de cloruro de magnesio, para que no precipite en frio por el amoniaco cáustico. Evaporando la mezcla, se obtiene la sal cristalizada en prismas rebajados y anhidros, ó bien en granos. Cuando se esponen estos cristales á la accion del fuego abandonan la sal amoniaco, y queda el cloruro de magnesio perfectamente puro, el cual en estado de fusion aparece diáfano.

De esta combinacion es de la que nos servimos para obtener el cloruro de magnesio.

Cuando no se ha añadido una cantidad suficiente de sal amoniaco, ó cuando no se la ha desecado bien antes de fundirla, se obtiene una masa blanca é infusible, que es una mezcla de magnesia y cloruro de magnesio.

La magnesia recien precipitada es soluble en frio en una disolucion de sal amoniaco.

Cloruro doble de amonio y de hierro.

Si se añade á una disolucion de sal amoniaco 5 á 33 por ciento de deutocloruro de hierro, se obtienen por la evaporacion unos

cristales trasparentes de color rojo de aurora, en los que existen de 1 á 5 por ciento de deutocloruro de hierro; cantidad que puede aumentar en ellos tanto mas cuanto mayor es la de cloruro de hierro añadida á la disolucion de sal amoniaco. Cuando se les espone á la accion del fuego se vuelven amarillos y opacos, abandonan primero la sal amoniaco y despues el deutocloruro de hierro. Redisolviéndoles en agua y evaporando la disolucion, se obtiene primero sal amoniaco cristalizada y despues se forman unos cristales que abundan cada vez mas en deutocloruro de hierro. Evaporando convenientemente una disolucion, en la que existan pesos atómicos iguales de deutocloruro de hierro y sal amoniaco, se obtienen octaedros muy delicuescentes.

Antiguamente se usaba en medicina una mezcla que se preparaba sublimando 16 partes de sal amoniaco con 1 de óxido de hierro: en esta operacion se producia agua y se desprendia amoniaco. Se obtiene una combinacion en proporciones constantes, evaporando una mezcla de 16 partes de sal amoniaco y 1 de deutocloruro de hierro, ó bien disolviendo 1 parte de deutocloruro de hierro y 3 de sal amoniaco en 6 de agua, calentando la disolucion hasta que hierva y manteniéndola en este estado, procurando que el hervor no sea tumultuoso, hasta tanto que la disolucion turbia aparezca clara. Llegada esta época se suspende la ebulicion, y se la deja enfriar con lentitud. Los cristales que se forman se lavan con alcohol frio y se les deseca al aire á la temperatura ordinaria.

Propiedades.

El compuesto que se obtiene por la sublimacion se presenta bajo la forma de una masa fibrosa, de un color amarillo mas ó menos subido. Los cristales que se obtienen por medio de la evaporacion son romboedros semitrasparentes, de color rojo anaranjado claro, ó rojo oscuro de granate. Estos últimos, que contienen constantemente 5,125 por ciento de deutocloruro de hierro, se usan en medicina.

El producto que se obtiene por medio de la sublimacion ó por la evaporacion, atrae la humedad del aire, en tanto que los cristales de que acabo de hablar permanecen sin esperimentar cambio alguno: estos deben disolverse sin dejar resíduo en una pequeña cantidad de agua.

Cloruro doble de amonio y de zinc.

Segun KANE, existen dos combinaciones de cloruro de zinc y de amonio; la composicion de la una se espresa por la fórmula $2\,Zn\,Cl_2 + 2\,Ad\,H_2 + aq.$, y la de la otra por $Ad\,H_4\,Cl_2$, $Zn\,Cl_2 + Ad\,H_2\,Zn\,O$. Ambas se presentan bajo la forma de un polvo nacarado de aspecto graso.

Cloruro doble de amonio y de amoniuro de protóxido de estaño.

Se obtiene, segun BERZELIUS, añadiendo amoniaco al protocloruro de estaño, hasta que el precipitado de protóxido de este metal se redisuelva completamente en el amoniaco. Evaporando el líquido en el vacío, se obtiene cristalizado.

Cloruro de amonio y de nikel.

Esta sal doble es soluble, de color verde y cristaliza confusamente.

Cloruro doble de amonio y de amoniuro de protóxido de nikel.

Su fórmula es: $Ad\,H_4\,Cl_2$, $Ad\,H_2\,Ni\,O$, $aq.$

Se prepara vertiendo alcohol en una disolucion saturada de cloruro de nikel en el amoniaco.

Cristaliza en gruesos octaedros trasparentes de color azulado que tira á violeta. Espuesto al aire se convierte en un polvo amarillo: es bastante soluble en el agua, y se descompone en este líquido hirviendo, en cuyo caso se desprende amoniaco (ERDMANN).

Cloruro de amonio y de cobre.

Fórmula: $Ad\,H_4\,Cl_2$, $Cu\,Cl_2$, $2\,aq.$

Se precipita esta sal, cuando se concentra ó se enfria una disolucion de 11 partes de bicloruro de cobre y 7 de sal amoniaco: es menos soluble que el bicloruro de cobre. No se puede separar el agua que contiene sin descomponerle.

Cloruro doble de amonio y de óxido de cobre amoniacal.

Su fórmula es: $Ad\,H_4\,Cl_2$, $Cu\,O\,Ad\,H_2$.

Segun KANE, esta sal pierde por el calor el agua y el amoniaco, y deja un resíduo formado de cloruro de cobre y amoniaco, $Cu\ Cl_2$, N_2H_6.

Deutocloruro de mercurio y de amonio.

Fórmula: $Cl_2\ Ad\ H_4$, $Cl_2\ Hg$, aq. (BONSDORF).

Una disolucion acuosa de sal amoniaco saturada á la temperatura ordinaria, disuelve su peso de deutocloruro de mercurio, y adquiere la propiedad de disolver nueva cantidad de sal amoniaco. Se obtiene tambien una sal muy soluble, conocida há mucho tiempo con el nombre de *sal de Alembroth*, que cristaliza en prismas romboidales aplastados, cuya composicion se espresa por la fórmula indicada. Contienen 1 átomo de agua que pierden esponiéndolos al aire.

La mezcla de 2 átomos de deutocloruro de mercurio y 1 de sal amoniaco se funde con facilidad, y exige para sublimarse una temperatura superior á la que necesitan para volatilizarse cada una de las sales que la componen. Sin embargo, la sublimacion de esta sal va acompañada de una descomposicion: se desprende ácido clorohídrico y se forma una pequeña cantidad de mercurio dulce.

Cuando se trata esta sal doble por el carbonato de potasa ó de sosa, se forma un precipitado blanco espeso, conocido con el nombre de precipitado blanco de mercurio (Véase *cloramida de mercurio*).

El protocloruro de mercurio no se combina con la sal amoniaco; estas dos combinaciones se descomponen recíprocamente cuando se las humedece con agua, y con mas rapidez si se ausilia la accion por medio del calor. Se separa mercurio metálico que se precipita, y la disolucion contiene deutocloruro de mercurio y de amonio, es decir, la sal doble de que acabamos de hablar.

Cloruro de amonio y protocloruro de platino.

Fórmula; $Cl_2\ Ad\ H_4 + Cl_2\ Pt$.

Preparacion.

El protocloruro de platino y amonio ha sido descubierto por MAGNUS.

Se obtiene mezclando una disolucion de protocloruro de plati-

no con otra de sal amoniaco. Cuando el cloruro contiene bicloruro, se forma un precipitado amarillo, que se puede separar por medio de un filtro. En seguida se evapora el líquido claro á un calor suave.

Propiedades.

Cristaliza en prismas cuadrados de color rojo, ó en cristales granudos. Es bastante soluble en el agua, y la disolucion tiene un color rojo amarillento: añadiendo á la disolucion amoniaco, se precipita un polvo verde cristalino. (Véase *amida cloroplatinosa*).

Bicloruro de platino y de amonio.

La fórmula del bicloruro de platino y de amonio es: $Cl_2\,Ad\,H_4 + Cl_2\,Pt$.

Preparacion.

Se obtiene cuando se pone en contacto una disolucion de bicloruro de platino con otra de sal amoniaco, en cuyo caso se forma un precipitado pesado, granugiento y cristalino.

Propiedades.

Cuando el compuesto de que nos ocupamos es perfectamente puro, tiene un color amarillo de limon, y rojo de ladrillo cuando existe iridio en él. Es poco soluble en el agua fria; lo es mas en este líquido hirviendo y la disolucion tiene un color amarillo. El ácido clorohídrico hirviendo le disuelve en mas cantidad que el agua; en cuya disolucion se forman unos octaedros regulares de un hermoso color amarillo anaranjado.

Espuesto á la accion del fuego se descompone, y deja un residuo de 44,32 por ciento de platino; si se le calcina en vasos abiertos se volatiliza una pequeña cantidad de platino: 100 partes contienen 7,7018 de amoniaco anhidro.

Se hace aplicacion de la insolubilidad de esta sal para separar el platino del hierro y de los demas metales que contiene el mineral de aquel metal. Por medio de la calcinacion se volatilizan con la sal amoniaco hasta las menores porciones de hierro, y se obtiene el platino perfectamente puro.

Es soluble en una disolucion de amoniaco hirviendo, sin colorearla, y por el enfriamiento deposita unos copos de color blanco.

Esta sal no se descompone cuando se halla en contacto con una disolucion hirviendo de potasa cáustica, y lo hace con dificultad, cuando se la funde con el hidrato de potasa.

La sal amoniaco forma tambien sales dobles con los cloruros de *antimonio*, de *oro*, de *paladio*, de *rodio* y de *iridio*.

Bromuro de amonio.

Fórmula: $B_2 \, Ad \, H_4$.

El bromohidrato de amoniaco existe siempre en la sal amoniaco, que se prepara con las aguas madres de las fuentes salinas que contienen bromo.

Preparacion.

Se obtiene tratando directamente el ácido bromohídrico por el amoniaco, ó bien disolviendo el bromo en el amoniaco y evaporando el líquido para que cristalice.

Propiedades.

Las propiedades son poco mas ó menos las mismas que las de la sal amoniaco.

Ioduro de amonio.

Su fórmula es: $J_2 \, Ad \, H_4$.

Cristaliza en cubos, pero con dificultad: se sublima sin alterarse cuando la operacion se ejecuta al abrigo del oxígeno. En contacto del aire absorbe oxígeno, toma un color pardo y abandona iodo. Con el ausilio del calor disuelve cierta cantidad de iodo y forma un líquido pardo (bi-ioduro de amonio).

Ioduro doble de amonio y de oro.

Su fórmula es: $Au_2 \, J_6$, $J_2 \, Ad \, H_4$.

El deutoioduro de oro se disuelve fácilmente en el ioduro de amonio: evaporando el líquido en un aire seco, se forman unos prismas cuadrados y negros; los cuales se delicuescen cuando se hallan espuestos al aire húmedo.

Ioduro doble de amonio y de óxido de nikel amoniacal.

El amoniaco cáustico produce un precipitado blanquecino en forma de copos en la disolucion de ioduro de nikel. Estos copos se disuelven lentamente con el ausilio del calor; en la disolucion azulada que resulta, se depositan pasado algun tiempo unos cristalitos granugientos y pesados de la combinacion que nos ocupa.

Fluoruro de amonio.

Fórmula : $F_2\ Ad\ H_4$.

Se prepara esta sal destilando 1 parte de sal amoniaco y 2 ¼ de fluoruro de sodio en un aparato de platino ó de plata. Cristaliza en prismas incoloros, inalterables, fusibles y capaces de sublimarse sin esperimentar alteracion; es muy soluble en el agua, y la disolucion ataca fuertemente el vidrio; hasta la sal seca le corroe.

Absorbe con avidéz el gas amoniaco seco; cuando se evapora á un calor suave la disolucion de este nuevo compuesto, se desprende amoniaco y se forma una sal ácida que por el enfriamiento cristaliza en la disolucion concentrada: los cristales son pequeños, granugientos y delicuescentes.

El amoniaco forma tambien sales cristalizables con los fluoruros de *boro*, de *silicio*, de *titano* y de *tántalo*.

Seleniuro de amonio

Fórmula: $Ad\ H_4\ Se$.

El gas amoniaco produce con el ácido selenhídrico unos vapores blancos, que en contacto con el aire se condensan y forman una masa de color de rosa y cristalina, soluble en el agua, á la que comunica su color.

Sometiendo á la destilacion una mezcla de seleniuro de calcio y de sal amoniaco, se obtiene gas amoniaco y selenio, y ademas un líquido de color rojo que tiene un olor hepático muy fuerte: este líquido, puesto en contacto con el agua, abandona selenio, y en presencia del aire se descompone completamente con produccion de agua, amoniaco y selenio.

AMONIO Y AZUFRE.

Cuando se introducen en un frasco, que se tiene espuesto á

una temperatura muy baja, los gases hidrógeno sulfurado y amoniaco secos, cuidando de que el último se halle en esceso, se condensan, y se obtiene una combinacion de azufre y amonio, que está formada de 2 volúmenes de amoniaco y 1 de ácido sulfhídrico, y se espresa por la fórmula A*d* H_4 + S. Segun el peso específico de su vapor contiene, en 1 volúmen, ½ de gas amoniaco y ½ de hidrógeno sulfurado combinados sin condensacion (BINEAU).

Cuando predomina el hidrógeno sulfurado, la combinacion se efectúa entre volúmenes iguales, y resulta un compuesto que se debe considerar como formado de sulfuro de amonio y de ácido sulfhídrico A*d* H_4 S + SH_2, que es perfectamente semejante, respecto á su composicion, al compuesto correspondiente de potasio.

Existen algunas combinaciones intermedias, en las cuales 2 volúmenes de ácido sulfhídrico se hallan combinados con 3 de amoniaco, ó bien 4 del primero con 5 del segundo, etc., etc. Se pueden considerar estas combinaciones como mezclas de las dos primeras. Ambas tienen la propiedad de disolver 2 ó 5 veces tanto azufre como el que existe en ellas. Se obtiene, por ejemplo, el bisulfuro de amonio destilando con azufre el sulfuro de amonio ó el sulfhidrato: si se hace uso del último, se desprende gas sulfhídrico. La combinacion mas sulfurada A*d* H_4 S_5 no se puede obtener sino disuelta en el agua, y cuando se la somete á la destilacion se descompone con produccion de bisulfuro de amonio y azufre libre.

Sulfuro de amonio.

Fórmula : S A*d* H_4 .

Preparacion.

Se obtiene dividiendo en dos partes iguales una cantidad cualquiera de amoniaco liquido, saturando una de ellas con el ácido sulfhídrico y añadiendo en seguida la otra. La disolucion de la primera parte contiene, despues de saturada, sulfhidrato de sulfuro de amonio, SH_2 + S A*d* H_4 ; añadiendo la misma cantidad de amoniaco, A*d* H_2 , se trasforma en sulfuro de amonio y resulta 2 (S + A*d* H_4).

Propiedades.

El sulfuro de amonio es un líquido incoloro que atraè con su-

ma avidéz el oxígeno del aire y toma un color amarillo. El amonio de una parte del sulfuro, absorbiendo oxígeno, se trasforma en amoniaco y agua, y cede su azufre á la otra porcion. El líquido contiene en este caso un grado mas elevado de sulfuracion y amoniaco libre. Se puede obtener tambien precipitando una disolucion fria y concentrada de sulfuro de bario, por otra tambien concentrada de carbonato de amoniaco; se filtra el líquido para separarle del carbonato de barita, y se le somete en seguida á la destilacion. Se debe suspender esta, cuando ha pasado al recipiente 1|16 del volúmen primitivo del líquido.

Puédese preparar tambien sometiendo á la destilacion 1 parte de sal amoniaco, 8 de agua y 3 de sulfuro de bario, tal como resulta cuando se calcina el sulfato de barita con carbon.

En ambos casos se obtiene el sulfuro inferior de amonio por doble descomposicion; pero se descompone por la destilacion en amoniaco que se desprende primero, y en sulfhidrato de sulfuro de amonio que pasa despues; por lo tanto es preciso poner un poco de agua en el recipiente para condensar el amoniaco que se produce al principio. Evaporando la disolucion del resíduo, se obtienen cristales de cloruro de bario puro.

El sulfuro de amonio preparado por cualquiera de estos últimos métodos tiene siempre un color amarillo, debido á un sulfuro mas elevado con el que se halla en estado de mezcla.

Bisulfuro de amonio.

Su fórmula es: $Ad\,H_4 + S_2$

Se conoce tambien este compuesto con el nombre de *licor fumante de Boyle.*

Bisulfuro anhidro.

Preparacion.

Se obtiene esta combinacion en estado anhidro, haciendo pasar simultáneamente vapor de azufre y gas amoniaco seco por un tubo de porcelana enrojecido. El vaso que sirve de recipiente debe permanecer muy frio en todo el curso de la operacion, lo que se consigue por medio de una mezcla frigorífica.

Propiedades.

Produce cristales voluminosos de color amarillo, los cuales

Lo perteneciente á la combinacion que se forma por la reaccion del ácido sulfúrico anhidro sobre el gas amoniaco seco, se puede ver en el artículo *amida*.

El sulfato de óxido de amonio se halla en la naturaleza en la mascagnina, y acompaña al ácido borico natural. Se le designa tambien con el nombre de *sal ammoniacum secretum Glauberi*.

Preparacion.

Se obtiene en grande descomponiendo el sulfato de cal ó el vitriolo verde, por el carbonato de amoniaco impuro que resulta de la destilacion de las materias animales; se evapora hasta sequedad el líquido pardo, y se tuesta ligeramente la materia negra que constituye el resíduo salino. En esta última operacion todas las materias estrañas que se hallan mezcladas y que alterarian la pureza del sulfato de óxido de amonio, se hacen insolubles en el agua; de suerte que rociando el resíduo con este líquido, se obtiene otro, que evaporado convenientemente, produce cristales perfectamente incoloros.

Se prepara esta sal en pequeño saturando el ácido sulfúrico con el amoniaco cáustico ó con el carbonato de amoniaco.

Propiedades.

Cristaliza, por lo comun, en prismas rebajados de cuatro planos ó en pirámides hexágonas dobles: sus cristales se eflorescen cuando se hallan espuestos al aire; se disuelve en 2 partes de agua fria y en su peso del mismo líquido hirviendo; es insoluble en el alcohol.

Cuando se la espone á la accion del fuego se funde, y no se descompone á la temperatura de 150°; pero si esta se aumenta, pierde amoniaco, despues nitrógeno y por último se sublima sulfito ácido de óxido de amonio.

Esta sal cristaliza bajo la misma forma que el sulfato de potasa, y constituye un número considerable de sales dobles que son isomorfas con las de potasa correspondientes. Como el sulfato de óxido de amonio contiene 1 átomo de óxido de amonio y otro de agua, creyó MITSCHERLICH poder deducir la consecuencia de que 1 equivalente de potasa es isomorfo con una combinacion de 1 equivalente de amoniaco con 2 átomos de agua; pero posteriormente ha observado que las sales haloideas anhidras de potasio y de amonio poseian una misma forma, y que en las sales dobles de potasa y

amonio, cuya cristalizacion es la misma, 1 átomo de óxido de amonio remplazaba otro de potasa, y por consecuencia existe 1 *átomo menos de agua* que en las sales simples. Esta anomalía no se ha esplicado hasta el presente.

Bisulfato de óxido de amonio.

Sinonimia: *sulfato ácido de amoniaco.*

Cristaliza con facilidad, y es delicuescente: se disuelve en el alcohol, y forma sales dobles cristalizables cuando se le neutraliza con la potasa, la sosa ó la litina.

Amoniaco y otros ácidos de azufre.

El ácido sulfuroso anhidro se combina con el gas amoniaco seco (Véase *amidas*).

El hiposulfato de óxido de amonio $Ad\,H_4\,O + S_2\,O_5 + 2$ *aq.*; el sulfito $Ad\,H_4\,O + SO_2$; el sulfito ácido $2\,SO_2 + Ad\,H_4\,O$, y el hiposulfito $Ad\,H_4\,O + S_2\,O_2$ son solubles y cristalizables. El hiposúlfito de óxido de amonio se prepara descomponiendo el hiposulfito de cal por el carbonato de amoniaco.

Hiposulfito de amonio y cloruro de plata.

El cloruro de plata se disuelve fácilmente y en gran cantidad en el hiposúlfito de amoniaco; cuando se añade alcohol á esta disolucion, se forma un precipitado abundante, blanco y cristalino, cuyos cristales son prismas de seis planos. Esta combinacion es muy soluble en el agua, y tiene un sabor dulce bien pronunciado.

Si se añade cloruro de plata á la disolucion acuosa de este compuesto, se trasforma inmediatamente en un polvo blanco, casi insoluble en el agua, y muy soluble en el amoniaco, de cuya disolucion le precipitan los ácidos (HERSCHEL).

La composicion de estas dos sales de plata nos es desconocida.

El sulfato de óxido de amonio forma un número considerable de sales dobles, de las cuales las mas interesantes son las siguientes:

Sulfato doble de amonio y de magnesia.

Fórmula: $Ad\,H_4\,O, SO_3 + Mg\,O, SO_3 + 7$ *aq.*

Esta sal cristaliza en gruesos prismas romboidales regulares

terminados en bisel; su sabor es acre; espuesta á la accion del calor se funde y pierde el agua de cristalizacion: es menos soluble que las sales que la constituyen.

Sulfato doble de amonio y de alumina.

La fórmula del alumbre de amoniaco es: $Ad\,H_4\,O, SO_3 + 3\,SO_3, Al_2\,O_3 + 24\,aq$.

Se prepara añadiendo sulfato de amoniaco ó una sal cualquiera de amoniaco á la disolucion de sulfato de alumina que se obtiene en la fabricacion del alumbre.

Cristaliza, como el alumbre de potasa, en octaedros regulares y trasparentes, ó bien en formas derivadas del octaedro; posee las mismas propiedades que el alumbre de potasa, y por la calcinacion deja por resíduo alumina pura.

Sulfato doble de amonio y de protóxido de manganeso.

Su fórmula es: $Ad\,H_4\,O, SO_3 + Mn\,O, SO_3 + 7\,aq$.

Afecta la misma forma que la sal doble de magnesia. Sus cristales son de color de rosa, trasparentes, muy solubles en el agua, y atraen la humedad de la atmósfera.

Sulfato doble de amonio y de sesquióxido de manganeso.

La fórmula del alumbre de manganeso es: $Ad\,H_4\,O, SO_3 + 3SO_3, Mn_2\,O_3 + 24\,aq$.

Una disolucion muy ácida que contenga una mezcla de estas dos sales, deposita unos octáedros de color rojo oscuro de la sal en cuestion, los cuales se descomponen cuando se les disuelve en agua pura.

Sulfato doble de zinc y de amonio.

Su fórmula es: $Ad\,H_4, SO_3 + Zn\,O, SO_3 + 7\,aq$.

Se presenta en cristalitos duros, trasparentes y acres que tienen la misma forma que la sal de magnesia (MITSCHERLICH).

Sulfato doble de amonio y de óxido de zinc amoniacal.

Fórmula: $Ad\,H_4\,O, SO_3 + Zn\,O\,Ad\,H_2 + 3\,aq$.

Los cristales de esta sal espuestos á la accion del aire pierden

2 átomos de agua; á 100° pierden 1 equivalente de amoniaco; á 140°, 1 equivalente de amoniaco y otro de agua, y al calor rojo se desprende todo el amoniaco.

Sulfato doble de amonio y de protóxido de hierro.

El sulfato de óxido de amonio forma con el vitriolo verde una sal doble, que tiene la misma forma que la sal de magnesia, y está compuesta de 2 átomos de ácido sulfúrico, 1 de protóxido de hierro, 1 equivalente de óxido de amonio y 7 átomos de agua.

Sulfato doble de amonio y de sesquióxido de hierro.

Sal básica. Cuando se espone al aire una disolucion de hierro, hecha con una mezcla de ácido nítrico y ácido sulfúrico diluidos, se precipita un polvo ocraceo, que pierde por el calor amoniaco y despues agua y amoniaco: la potasa no la descompone; se disuelve con mucha dificultad en el ácido clorohídrico.

Sal neutra, alumbre de hierro. Una mezcla conveniente de sulfato de óxido de amonio y de sulfato neutro de sesquióxido de hierro, produce octaedros ó cubo-octaedros regulares de la sal doble en cuestion, los cuales son notables por su diafanidad; se disuelve en 3 partes de agua, y tiene la composicion del alumbre de amoniaco ordinario, enel cual la alumina se halla reemplazada por su equivalente de sesquióxido de hierro.

Sulfato doble de amonio y de nikel.

Se presenta en cristales verdes que tienen la misma forma que los de la sal correspondiente de magnesia: está formado de 2 átomos de ácido sulfúrico, 1 equivalente de óxido de amonio, 1 átomo de óxido de nikel y 7 de agua.

Sulfato doble de amonio y de óxido de nikel amoniacal.

Su fórmula es: $Ad\,H_4\,O,\,SO_3 + Ad\,H_2\,Ni\,O + aq.$

Se obtiene cuando se añade alcohol á una disolucion concentrada de sulfato de nikel en un esceso de amoniaco.

Cristaliza en prismas trasparentes de color azul ó azul verdoso: por la accion del calor esperimenta la misma alteracion que el nitrato correspondiente: abandona agua, amoniaco, sulfito de óxido de amonio y queda un sulfato de nikel básico (ERDMANN).

por poco alcalino que esté; sin cuya circunstancia, se obtiene un producto de color violado.

Propiedades.

El nitrato básico de protóxido de mercurio y de amoniaco es un polvo suave de un negro aterciopelado, insípido é insoluble en el agua.

Contiene con frecuencia un poco de nitrato de deutóxido de mercurio amoniacal y mercurio metálico muy dividido. Segun SOUBEIRAN, es una mezcla de protóxido de mercurio y de nitrato de protóxido de mercurio amoniacal. Segun PAGENSTECHER, este cuerpo es una mezcla de protóxido de mercurio, de nitrato de protóxido de mercurio básico, de mercurio metálico muy dividido y de nitrato de deutóxido de mercurio amoniacal.

Humedecido con un poco de agua y frotado en la mano, se separan por lo comun globulitos de mercurio. Cuando se le calienta, se volatiliza sin dejar resíduo, y se descompone abandonando oxígeno, amoniaco y nitrógeno. Si se le pone en contacto con el ácido nítrico diluido, deja un polvo blanco de nitrato de deutóxido de mercurio amoniacal. El ácido acético le disuelve completamente con el ausilio del calor, á escepcion de algunos globulitos de mercurio; los álcalis fijos desalojan el amoniaco, y el ácido sulfúrico concentrado separa al ácido nítrico.

Su estado de pureza puede deducirse fácilmente por sus propiedades.

Cuando se le emplea como medicamento, es preciso evitar el uso de los ácidos.

Nitrato de deutóxido de mercurio amoniacal.

El nitrato de deutóxido de mercurio produce con el amoniaco una clase de combinaciones bastante notables: el amoniaco débil forma en un esceso de nitrato de mercurio, un precipitado blanco en copos, insoluble en el agua y anhidro: su fórmula es $N_2\ O_5\ Ad\ H_2$ $3\ Hg\ O$. Se parece por su composicion al nitrato de deutóxido de mercurio básico, pero se diferencia en que en este ($N_2\ O_5$, OH_2, $3\ Hg\ O$), 1 átomo de agua se halla reemplazado por otro de hidramida (amoniaco $Ad\ H_2$) (KANE).

AMONIACO Y ÁCIDO NITROSO.

Nitrito de óxido de amonio.

Su fórmula es : $Ad\,H_4\,O,\,N_2\,O_3$.

Se obtiene por doble descomposicion poniendo en contacto el nitrito de plomo y el sulfato de amonio, ó bien por medio del nitrito de plata y la sal amoniaco. La disolucion de nitrito de amonio debe evaporarse á la temperatura ordinaria. Cristaliza en agujas confusas, y sometido á la destilacion seca se descompone en nitrógeno y agua, ó bien en protóxido de nitrógeno, agua y amoniaco. Segun su fórmula, contiene los elementos de 3 átomos de agua y de 2 equivalentes de nitrógeno, y los reproduce en la descomposicion que esperimenta cuando se espone su disolucion á un calor suave. Se saca partido de esta descomposicion para obtener el nitrógeno puro; para esto se disuelve en agua una mezcla de nitrito de sosa ó de potasa, obtenido por la descomposicion de los nitratos de estas bases al calor rojo, y de sal amoniaco , y se calienta ligeramente.

Esta sal se forma siempre que una sal de amoniaco disuelta se halla en contacto con el ácido nitroso, como, por ejemplo, en la descomposicion de las sales orgánicas por el ácido nítrico, en cuyo caso el ácido orgánico se oxida á espensas del oxígeno del ácido nítrico: el ácido nitroso naciente se combina entonces con el amoniaco de la sal orgánica. La formacion del nitrito de amoniaco se reconoce en que los productos gaseosos de la descomposicion de la sal contienen nitrógeno libre.

Cuando se disuelve, por ejemplo, el ácido úrico en el nítrico, se desprende nitrógeno puro y ácido carbónico.

Perclorato de amonio.

Su fórmula es: $Ad\,H_4\,O + Cl_2\,O_7$.

Se prepara saturando el ácido perclórico con el amoniaco cáustico, ó con el carbonato de esta base. La disolucion de la sal neutra da unos prismas trasparentes, cuya forma primitiva es el prisma romboidal. Es soluble en 5 partes de agua y casi insoluble en el alcohol: la disolucion pierde amoniaco cuando se la hierve y se vuelve ácida. El ácido perclórico produce un precipitado en la disolucion concentrada de esta sal, y separa cierta cantidad de agua (SERULLAS).

Clorato de amonio.

Su fórmula es: $Ad\,H_4\,O,\,Cl_2\,O_5$.

Se obtiene digeriendo en el agua, á un calor lento, pesos atómicos iguales de fluosilicato de amonio y de clorato de potasa. Se separa el fluosilicato de potasa filtrando el líquido, y despues se evapora este á un calor moderado hasta que se cristalice.

Cristaliza en agujitas incoloras muy solubles en el agua y en el alcohol: á un calor poco superior á 100° se sublima; á una temperatura mas elevada se descompone y produce una mezcla de cloro gaseoso y de protóxido de nitrógeno. Echado en un crisol enrojecido, deflagra como el nitrato de amonio.

Iodato de amonio.

Su fórmula es: $Ad\,H_4\,O,\,J_2\,O_5$.

Cuando se evapora lentamente esta combinacion, cristaliza en granos confusos ó en cubos brillantes; se disuelve en 6,9 partes de agua hirviendo, y en 38,5 á la temperatura ordinaria. A + 150° se descompone en oxígeno, nitrógeno y vapor de iodo.

Iodato de amonio y de cobre.

Su fórmula es: $Ad\,H_4\,O,\,J_2\,O_5,\,Cu\,O + 2\,aq.$

Se presenta bajo la forma de un polvo de color azul ultramar, oscuro, ó en cristales prismáticos.

AMONIACO Y ÁCIDO CARBÓNICO.

El carbonato neutro de óxido de amonio, $Ad\,H_4\,O,\,CO_2$, no existe en estado sólido y cristalizado, pero se le puede obtener disuelto en el agua ó en el alcohol, y combinado con otros carbonatos que contienen mas ácido carbónico que la sal neutra. El bicarbonato de óxido de amonio, $Ad\,H_4\,O,\,2\,CO_2 + aq.$, es la combinacion mas estable, cuya sal forma con el carbonato neutro una clase muy numerosa de combinaciones dobles.

El cuadricarbonato de amoniaco, $Ad\,H_4\,O,\,4\,CO_2$, se ignora si existe en estado libre.

Cuando se pone en contacto el gas amoniaco seco con el gas ácido carbónico tambien seco, se forma una combinacion particular respecto á su composicion: me refiero al *carbonato de hidramida*,

que se conoce comunmente con el nombre de *carbonato neutro anhidro*, $Ad\ H_2$, CO_2 .

El ácido carbónico y el amoniaco desecados se condensan con mucha lentitud, cuando actúan entre sí, y forman un compuesto cristalino que contiene siempre 2 volúmenes de gas amoniaco y 1 de gas ácido carbónico. Se obtiene el mismo cuerpo sometiendo á la sublimacion una mezcla de sulfato de amoniaco anhidro con el carbonato de sosa seco. Este compuesto se disuelve en el agua, y las propiedades de esta disolucion demuestran que los principios constituyentes existen en ella sin haber esperimentado alteracion. A la temperatura ordinaria no esperimenta cambio alguno en contacto con el gas clorohídrico seco, en tanto que los carbonatos de amoniaco hidratados se descomponen en estas circunstancias; solo elevando la temperatura es como llega á descomponerse.

El ácido sulfúrico anhidro y el ácido sulfuroso trasforman esta combinacion en sulfato y bisulfito de hidramida, y desalojan el ácido carbónico sin producir efervescencia. El ácido sulfhídrico seco la descompone tambien con el ausilio del calor.

Cuando se espone este compuesto á la accion del calor, una parte se sublima sin alterarse y la otra se descompone: los dos elementos quedan en libertad, y se unen de nuevo, aunque con lentitud, cuando se les recoge sobre el mercurio (H. ROSE).

Segun BINEAU y H. ROSE, 1 volúmen de esta sal contiene á la temperatura ordinaria $\frac{1}{3}$ de volúmen de ácido carbónico y $\frac{2}{3}$ de amoniaco combinados sin condensacion.

El acetato de plomo absorbe el vapor de carbonato de amoniaco, y forma, segun parece, una combinacion definida (H. ROSE).

Todavía no se ha emitido ninguna opinion respecto á la clase de combinaciones á que pertenece el carbonato de amoniaco anhidro; carece de los elementos de 1 átomo de agua para que le podamos colocar entre las sales de amonio, y por otra parte sus propiedades le escluyen del número de las amidas.

Si se espone á un calor suave una mezcla de sulfato ó de cloruro de amonio y de un carbonato alcalino, se desprende gas amoniaco puro y agua, y se sublima una sal doble bien conocida con el nombre de sesquicarbonato de amoniaco, que se deposita en costras blancas cristalinas en el cuello de la retorta. Está formada de 1 átomo de carbonato de óxido de amonio neutro unido al bicarbonato anhidro, ó bien de 1 átomo de carbonato de hidramida y otro de bicarbonato cristalizado; la designaremos por Sal A.

$$\begin{array}{ll} Ad\,H_4\,O + CO_2 & Ad\,H_2 + CO_2 \\ & \text{ó} \\ Ad\,H_4\,O + 2\,CO_2 & Ad\,H_4\,O + 2\,CO_2 + aq. \end{array}$$

Sal A $= 2\,Ad\,H_4\,O + 3\,CO_2$.

Se echa de ver que para producir esta combinacion, es preciso que 1 equivalente de amoniaco y otro de agua, es decir, los elementos de 1 equivalente de óxido de amonio, se separen de 3 átomos de carbonato de amonio neutro. Cuando se conserva esta sal en vasos mal tapados, pierde á la temperatura ordinaria los elementos del carbonato anhidro, y se trasforma en bicarbonato, $Ad\,H_4\,O,\,CO_2 + aq$. Igual descomposicion se verifica en el vacío.

Cuando se lava esta sal con pequeñas cantidades de agua fria, el carbonato neutro se disuelve, y queda un esqueleto formado de cristales granudos de bicarbonato.

Sometido á la destilacion seca se descompone en ácido carbónico que se desprende el primero, y en dos productos bien distintos por su composicion y volatilidad que se subliman.

La sal menos volátil, es decir, la que se condensa mas próximo á la parte calentada del vaso, es una combinacion de 3 átomos de carbonato de amonio con 1 de bicarbonato de la misma base. (Sal B.)

$$\begin{array}{l} 3\,Ad\,H_4\,O + 3\,CO_2. \\ Ad\,H_4\,O + 2\,CO_2. \end{array}$$

Sal B $= 4\,Ad\,H_4\,O + 5\,CO_2$.

Cuando 2 átomos de la sal A pierden 1 átomo de ácido carbònico, se trasforma en la sal B.

La sal mas volátil, ó sea la que se condensa á mayor distancia de la parte calentada del vaso, es una combinacion de 2 átomos de carbonato de amoniaco anhidro con 1 de agua, ó bien de 1 átomo de carbonato de amonio con otro de carbonato de hidramida. (Sal C).

$$\text{Sal C} = Ad\,H_4\,O,\,CO_2 + Ad\,H_2\,CO_2.$$

La sal A (sesquicarbonato) produce esta combinacion cuando pierde 1 átomo de ácido carbónico y otro de agua.

La descomposicion del sesquicarbonato se efectúa al principio de la destilacion antes de que se funda la sal; se liquida poco á poco,

y si se la deja enfriar en esta época, se depositan unas tablas largas hexágonas que se eflorescen al aire, perdiendo toda el agua. Esta es la sal A (sesquicarbonato), combinada con 3 átomos de agua.

$$2\ Ad\ H_4\ O,\ 3\ CO_2\ ,\ 3\ aq.$$

Las aguas madres en que se han formado estos cristales contienen carbonato neutro de amoniaco.

Cuando se espone á la accion del calor la sal B se descompone de un modo análogo; de la sal C se volatilizan otros diversos carbonatos de composicion variable y ácido carbónico. Si se interrumpe la destilacion y se deja enfriar la materia en el momento en que ésta toma la forma líquida, se obtiene una masa cristalina, que se puede separar del líquido de que se halla impregnada, comprimiéndola entre dos hojas de papel de filtro. Esta es la sal B, combinada con 8 átomos de agua de cristalizacion (sal D). Si se continúa la destilacion y se recoge el producto sólido, se obtiene tambien una sal de composicion constante, que es la sal B, con 1 átomo de agua de cristalizacion (sal E).

$$\text{Sal D. } 4\ Ad\ H_4\ O,\ 5\ CO_2\ ,\ 8\ aq.$$
$$\text{Sal E. } 4\ Ad\ H_4\ O,\ 5\ CO_2\ ,\ aq.$$

Por la destilacion de la sal E, se obtiene un bicarbonato de amoniaco con 2 átomos de agua de cristalizacion (Sal F).

$$\text{Sal F. } Ad\ H_4\ O,\ 2\ CO_2 + 2\ aq.$$

Esponiendo esta nueva sal á la accion del calor, pierde $1/8$ de ácido carbónico y se trasforma en una sal distinta (Sal G).

$$\text{Sal G. } 4\ Ad\ H_4\ O,\ 7\ CO_2 + 8\ aq.$$

Evaporando en el vacío una disolucion de sesquicarbonato de amoniaco sobre el ácido sulfúrico concentrado, este absorbe el amoniaco que se desprende del carbonato neutro, en tanto que el ácido carbónico, que queda en la campana, se combina poco á poco con el bicarbonato; se forman unas costras cristalinas que contienen 9 equivalentes de ácido carbónico para 4 de amoniaco. La análisis ha conducido á la fórmula siguiente:

$$4\ Ad\ H_4\ O,\ 9\ CO_2\ 5\ aq.$$

Es muy probable que esten formadas de 1 átomo de cuadricarbonato de amonio combinado con 2 átomos de bicarbonato y 1 de carbonato neutro de amonio.

Todo lo que se refiere á las trasformaciones que esperimentan los carbonatos de amoniaco, está sacado de la memoria de H. ROSE.

Los carbonatos de amoniaco de que hemos hablado, se descomponen con bastante facilidad cuando se calientan sus disoluciones acuosas; el ácido carbónico se desprende en gruesas burbujas, y el líquido, á cierta época, contiene carbonato neutro, que se volatiliza antes de llegar á la temperatura del agua hirviendo, y solo queda agua pura.

Destilando el sesquicarbonato humedecido con alcohol de 90 centesimales, se desprende tambien ácido carbónico y se sublima el carbonato neutro cristalizado, que no puede desecarse, sin embargo, sin que pierda amoniaco.

Todos los carbonatos de amoniaco que contienen menos amoniaco que el bicarbonato, suministran esta sal cuando se enfrian sus disoluciones concentradas preparadas con agua caliente.

Las materias animales bien secas, los cuernos de ciervo, etc., suministran por la destilacion un producto sólido que contiene principalmente la sal C ya indicada $(2(\mathrm{A}d\,H_2,\ CO_2) + aq.)$ Se obtiene ordinariamente muy impura en la primera destilacion; tiene un color pardo, que pierde destilandola repetidas veces con creta y carbon vegetal. Se diferencia de los otros carbonatos de amoniaco ordinarios, en que se disuelve en el alcohol, sin dejar mas que un pequeño resíduo de bicarbonato.

Esta sal, conocida con el nombre *sal volátile cornu cervi*, se empleaba en otro tiempo esclusivamente en farmacia: en la actualidad se la sustituye con el sesquicarbonato.

Sesquicarbonato de amonio.

La sal llamada comunmente sesquicarbonato de amoniaco, se debe considerar como una sal doble, formada de 1 átomo de carbonato neutro y de otro de bicarbonato de óxido de amonio. Se la conoce en dos estados diferentes de hidratacion. Su fórmula es:

$$(\mathrm{A.})\ 2\,\mathrm{A}d\,H_4\,O,\ 3\,CO_2 \text{ ó } \mathrm{A}d\,H_4\,O,\ CO_2 + \mathrm{A}d\,H_4\,O + 2\,CO_2$$

2 equivalentes de óxido de amonio. . .	2 equiv. de amoniaco.	428,94 —	28,92
	2 equiv. de agua. . .	224,96 —	15,17
	3 eq. de ácido carbón.	829,32 —	55,91
1 átomo de sesquicarbonato sublimado. . .		1483,22 —	100,00

(B.) $Ad\,H_4\,O,\ 3\,CO_2 + 3\,aq.$

2 equiv. de óxido de amonio.	2 equiv. de amoniaco.	428,94	— 23,56
	2 equiv. de agua. . . .	224,96	— 30,89
	3 eq. de ag. de crist. .	337,44	
	3 eq. de ácido carbón.	829,32	— 45,55
1 átomo de sesquic. cristalizado en el agua.		1820,66	— 100,00

Preparacion.

Se prepara destilando en vasos de hierro colado 8 partes del sulfato de óxido de amonio ó de sal amoniaco con 10 de carbonato de cal. Los productos volátiles se recogen ordinariamente en condensadores de plomo, que se enfrian por medio de un chorrito de agua. Cuando se hace uso de sustancias impuras, se obtiene un producto coloreado, que se debe sublimar segunda vez, lo que nunca se verifica, sin que la sal cambie de composicion y sin que se esperimente una pérdida considerable.

Propiedades.

El producto asi obtenido se presenta en masas cristalinas, semitrasparentes y fibrosas, que tienen un olor fuerte de amoniaco; su sabor es alcalino, reacciona como los álcalis, y se disuelve fácilmente en el agua. Cuando se espone á la temperatura de 0° una disolucion acuosa concentrada, se obtienen gruesos cristales trasparentes, que son octaedros de base romboidal.

Calentando en una retorta una cantidad un poco considerable de esta sal seca, llega un momento en que se liquida completamente; si se la deja enfriar en esta época, se obtienen cristales de sesquicarbonato, que contienen 3 átomos de agua de cristalizacion.

El cambio que esperimenta por la accion del calor y del agua hirviendo, queda ya descrito.

Con el nombre de sesquicarbonato de amoniaco se encuentra frecuentemente en el comercio una sal, que contiene hasta 30 por 100 de amoniaco y 51 de ácido carbónico: corresponde á la fórmula:

$$4\,Ad\,H_4\,O,\ 5\,CO_2,\ aq.$$

Esta sal no es otra cosa que el sesquicarbonato, que por efecto

de la segunda sublimacion que ha esperimentado, ha perdido $\frac{1}{6}$ de su ácido carbónico; sometiéndola tercera y cuarta vez á la destilacion seca, sufre nuevos cambios en su composicion.

El sesquicarbonato de amoniaco debe volatilizarse al fuego, sin dejar resíduo; neutralizándole préviamente con ácido nítrico, no debe precipitar por el nitrato de plata; un precipitado coaguloso indicaria la presencia de la sal amoniaco. Si el sesqui carbonato contuviese hiposulfito de amonio, el precipitado tomaria un color negro por la accion del calor. La sal del comercio contiene con frecuencia plomo ó cobre.

Bicarbonato de amonio.

Esta sal existe en tres estados diferentes de hidratacion. El bicarbonato ordinario contiene 1 átomo de agua de cristalizacion (α), A*d* H_4 O, 2 CO_2, *aq.*; el segundo contiene 2 átomos de agua (β), A*d* H_4 O, 2 CO_2, 2 *aq.*, y el tercero, que puede considerarse como una combinacion de los dos anteriores, contiene, para 2 átomos de bicarbonato de óxido de amonio, 3 de agua, 2 A*d* H_4 O, 4 CO_2, 3 *aq.*

Bicarbonato α (A*d* H_4 O, 2 CO_2, *aq.*) El mejor método para obtener esta combinacion, consiste en pulverizar el sesquicarbonato y lavarle con alcohol á 85 p. 100, que disuelve el carbonato neutro, y deja un resíduo de bicarbonato poco soluble. Se puede tambien hacer uso del agua fria; pero en este caso se pierden cantidades considerables de bicarbonato que se disuelven. Se produce en muchas circunstancias por la descomposicion de sus sales dobles. Esta sal es isomorfa con el bicarbonato de potasa, y tiene una composicion análoga. Se disuelve en ocho partes de agua fria; no se puede disolver en el agua caliente sin que se desprenda ácido carbónico. Cuando está seca, se volatiliza al aire sin perder su transparencia, y despide un olor débil de amoniaco; su disolucion acuosa enverdece ligeramente el jarabe de violetas,

Bicarbonato β (A*d* H_4 O, 2 CO_2, 2 *aq.*) Esta sal es un producto de la destilacion de la sal E (4 A*d* H_4 O, 5 CO_2, *aq.*)

Bicarbonato α, β (2 A*d* H_4 O, 4 CO_2, 3 *aq.*) Disolviendo el sesquicarbonato de amoniaco en la suficiente cantidad de agua hirviendo, y tapando en seguida el vaso en que se opera, á fin de impedir que se desprenda el ácido carbónico, se obtienen por el enfriamiento cristales anchos y trasparentes, que son unos prismas derivados de un octaedro de base romboidal. Esta sal contiene 20,45 de amoniaco, 52,73 de ácido carbónico y 26,82 de agua.

Carbonato doble de amonio y de magnesia.

Una mezcla de 2 á 3 partes de sesquicarbonato de amonio y 1 de sulfato de magnesia, deposita, pasado algun tiempo, unos cristales romboédricos trasparentes, que segun GUIBOURT, cuando se las calcina dejan un resíduo de 15,625 por ciento de magnesia, en tanto que el ácido carbónico, el amoniaco y el agua se volatilizan; son insolubles en el carbonato de amonio, y se disuelven en el agua caliente, sin descomponerse; si se continúa calentando la disolucion, se enturbia.

Segun BUCHOLZ, el agua los descompone separando la magnesia.

Carbonato doble de amonio y de zinc.

Las limaduras y el óxido de zinc se disuelven fácilmente en el carbonato de amonio y producen un líquido, en el que por la evaporacion se forman unos cristales blancos y sedosos; el agua enturbia la disolucion concentrada de la sal doble (LASSONNE).

Carbonato doble de amonio y de urano.

El carbonato de urano recien precipitado se disuelve con facilidad en el carbonato de amonio; esta disolucion deposita por la evaporacion cristales amarillos, que no se redisuelven sino en un grande esceso de amoniaco (BERZELIUS).

Si se hierve la disolucion de esta sal doble, se precipita un polvo de color amarillo claro, que cuando se le calienta, deja desprender carbonato de amoniaco y nitrógeno.

Carbonato doble de amonio y de cobalto.

El carbonato de cobalto se disuelve en el carbonato de amoniaco, y produce un líquido de un hermoso color carmesí: el agua no precipita esta disolucion; dejándola en quietud por algun tiempo, se depositan unos cristalitos rojos.

Carbonato doble de amonio y de nikel.

Esponiendo al aire una disolucion de hidrato de óxido de nikel en el amoniaco cáustico, se forman poco á poco unos copos de un verde pálido é insolubles, que contienen amoniaco, ácido carbónico, óxido de nikel y agua.

AMONIACO Y ACIDO FOSFÓRICO.

Fosfato de amonio.

El amoniaco forma con el ácido fosfórico dos sales de composicion constante.

1.° La fórmula de la primera, llamada ordinariamente sal ácida, es:

$$P_2 O_5 + \left.\begin{matrix} Ad\, H_4\, O \\ 2\, H_2\, O \end{matrix}\right\} + aq.$$

Contiene 1 átomo de ácido fosfórico, 1 equivalente de amoniaco, 2 de agua, que reemplazan á 2 equivalentes de base, y 1 de agua de cristalizacion.

Se obtiene este compuesto echando ácido fosfórico en una disolucion de amoniaco cáustico, hasta que el líquido enrojezca fuertemente el tornasol, y no precipite las sales de barita. Los cristales se disuelven en 5 partes de agua fria, y su disolucion egerce una reaccion ácida; el agua caliente los disuelve en mayor cantidad. Fundiéndola al calor rojo, se volatiliza el agua y el amoniaco, y queda ácido metafosfórico, que retiene todavía un poco de amoniaco: para separarle completamente, no hay mas que añadir un poco de ácido nítrico y volver á fundir el resíduo obtenido.

2.° Saturando una disolucion de la sal precedente con el amoniaco, se obtiene por la evaporacion otro fosfato de amonio, cuya composicion se espresa por la fórmula:

$$P_2 O_5 + \begin{matrix} 2\, Ad\, H_4\, O \\ H_2\, O \end{matrix}$$

y por consiguiente no contiene agua de cristalizacion. La sal cristalizada ejerce una reaccion alcalina; espuesta al aire ó al calor pierde amoniaco y se vuelve ácida. Los cristales se disuelven en 4 partes de agua, y por la accion del calor se conducen como la sal anterior.

Es muy probable que exista una combinacion de ácido fosfórico y de 3 equivalentes de óxido de amonio. Cuando se hace pasar una corriente de gas amoniaco por una disolucion saturada de la sal precedente, hasta que no admita mas, se convierte el líquido en una papilla formada de pequeños cristales, que no se pueden desecar sin que se desprenda amoniaco.

GAY-LUSSAC ha propuesto impregnar las telas en las disoluciones de los fosfatos amoniacales para hacerlas incombustibles.

Fosfito é hipofosfito de amonio.

Estas dos sales cristalizan con dificultad, y son delicuescentes; su composicion es aún desconocida.

Fosfato doble de amonio y de sosa.

Su fórmula es: $P_2 O_5 + \left\{ \begin{matrix} & Na\,O \\ Ad & H_4\,O \\ & H_2\,O \end{matrix} \right\} + 8\,aq.$

Sal microcósmica. Constituye uno de los elementos de la orina del hombre, en la que se deposita en gruesos cristales, cuando se espone la orina concentrada á un frio intenso.

Se prepara disolviendo en el agua cinco partes de fosfato de sosa cristalizado $P_2 O_5 + {}^2 \begin{matrix} Nd\,O \\ H_2\,O \end{matrix}$, y dos de fosfato de amoniaco correspondiente; se evapora la disolucion á fin de que cristalice, y se reemplaza el amoniaco á medida que se volatiliza.

Se puede obtener tambien por doble descomposicion cuando se ponen en contacto 6 partes de fosfato de sosa y 1 de sal amoniaco.

Produce gruesos cristales trasparentes, que se eflorescen al aire, perdiendo agua y amoniaco. Cuando se la calcina, queda metafosfato de sosa.

Fosfato doble de litina y de amonio.

Esta sal se precipita en pequeños granos cristalinos, cuando se mezcla y evapora una disolucion de sal de litina con el fosfato de amoniaco. Es preciso tener cuidado que haya en el líquido un pequeño esceso de amoniaco, porque si predomina el ácido, impide que se forme la sal doble, y la disolucion se vuelve fácilmente ácida cuando se la evapora.

Esta sal se asemeja al fosfato doble de magnesia y de amonio; pero se distingue por las reacciones que presenta al soplete. La sal de magnesia humedecida con nitrato de cobalto se colora en rojo, al paso que la de litina toma un tinte azul.

Fosfato doble de amonio y de magnesia.

Fórmula: $P_2 O_5 + \left\{ \begin{matrix} 2\ Mg\ O \\ N_2\ H_2\ O \end{matrix} \right\} + 12\ aq.$ (GRAHAM).

Se forma siempre que se trata una sal de magnesia por un fosfato soluble, al que se añade una sal de amoniaco ó amoniaco libre. Es un precipitado blanco, granudo, soluble en una corta cantidad de agua destilada, pero insoluble en las disoluciones en que se ha precipitado. Desecado á 18°, contiene 13 átomos de agua, de los cuales 1 se halla combinado con el amoniaco, y forma el óxido de amonio. A 100° pierde 10 átomos de agua. Si despues que ha llegado á esta temperatura se le calienta rápidamente hasta el rojo, presenta un fenómeno de ignicion, semejante á el que se observa cuando se quema la yesca, y deja un resíduo de pirofosfato de magnesia, $pP_2 O_5 + 2\ Mg\ O$, que contiene 36,6 por ciento de magnesia (GRAHAM).

La insolubilidad de esta sal sirve para reconocer la presencia de la magnesia en las disoluciones; de las que se separan primero todos los metales que se precipitan por medio del ácido fosfórico: se puede tambien hacer uso de ella para determinar cuantitativamente la magnesia. Sin embargo, como esta sal es algo soluble en el agua destilada, es preciso lavar poco el precipitado. Para precipitar toda la magnesia, es indispensable emplear un esceso de reactivo; si se halla en corta cantidad, el precipitado no se forma hasta pasado algun tiempo. Si se frotan con un tubo de vidrio las paredes del vaso en que se halla la mezcla, la sal doble se deposita inmediatamente sobre los puntos frotados, y forma rayas blancas (WOLLASTON).

Esta sal se encuentra ya formada en las diferentes especies de trigo; se deposita en la orina humana que empieza á podrirse: asimismo constituye la parte esencial de los cálculos urinarios del cerdo y de las concreciones que se encuentran en el intestino ciego del caballo. Añadiendo amoniaco á la cerveza fresca, se obtiene tambien gran cantidad de esta sal.

Fosfato doble de amonio y de hierro.

Fórmula: $P_2 O_5 + \left\{ \begin{matrix} 2\ Fe\ O \\ Ad\ H_4\ O \end{matrix} \right\} + 2\ aq.$ (OTTO, GRAHAM).

Se obtiene este compuesto añadiendo una sal de protóxido de

hierro pura al fosfato de sosa, y colocando esta mezcla en un sitio caliente en vasos cerrados, despues de haber añadido un pequeño esceso de amoniaco. Se produce una papilla blanca, que al poco tiempo se convierte en una masa cristalina.

Cuando se deseca esta sal á la temperatura ordinaria, se forman unas laminitas muy delgadas, micáceas, verdosas, que tienen lustre metálico. Si se la calienta, pierde agua y amoniaco y queda fosfato de protóxido de hierro, que por la accion prolongada del calor se sobreoxida. Es insoluble en el agua y en el alcohol, y muy soluble en los ácidos (OTTO).

Fosfato doble de amonio y de manganeso.

$$\text{Fórmula: } P_2\,O_5 + \left\{ \begin{matrix} 2\,Mn\,O \\ N_2\,H_8\,O \end{matrix} \right\} + 2\,aq.$$

Se prepara hirviendo una disolucion ácida de protocloruro de manganeso con fosfato de sosa, mezclado con un esceso de amoniaco, y dejando enfriar lentamente la mezcla en un frasco tapado.

Cristaliza en laminitas de color de rosa claro, que tienen un hermoso lustre nacarado. Los carbonatos alcalinos no le descomponen.

Pirofosfato doble de manganeso, de sosa y de amonio.

$$\text{Fórmula: } 2\,pP_2\,O_5 + \left\{ \begin{matrix} 2\,Mn\,O \\ Na\,O \\ Ad\,H_4\,O \end{matrix} \right\} + 6\,aq.$$

Se prepara tratando una mezcla de pirofosfato de sosa neutro y de protocloruro de manganeso por un esceso de amoniaco, y abandonando el todo en un frasco tapado que se coloca en un sitio caliente.

Es un polvo cristalino de color de rosa, insoluble en el agua y en el alcohol; pero se disuelve con facilidad en los ácidos (OTTO).

Metafosfato doble de amonio y de magnesia.

El ácido fosfórico fuertemente calcinado y saturado en frio con el amoniaco produce un precipitado en las sales de magnesia, el cual se vuelve glutinoso, y como resinoso por la accion del calor, y cuando se le deseca, se convierte en una masa vítrea.

Segun la análisis de WACH, es una combinacion de metafosfato

doble de magnesia y amoniaco y de pirofosfato de magnesia y agua.

$$\left.\begin{array}{l} 2\,mP_2\,O_5 + \ \ Mg\,O,\,Ad\,H_4\,O \\ p\ P_2\,O_5 + 2\,Mg\,O \end{array}\right\} + 8\,aq.$$

Arseniato de amonio.

El ácido arsénico da orígen con el amoniaco á una clase de sales, que tienen la mismo forma, idéntica composicion é iguales propiedades que los fosfatos correspondientes.

Arsenito de amonio.

El ácido arsenioso es mas soluble en el amoniaco que en el agua destilada; el ácido arsenioso que cristaliza en esta disolucion no contiene amoniaco.

Borato de amonio.

El ácido bórico natural que se encuentra en el comercio, contiene borato ácido de amonio. Este ácido, segun BERZELIUS, se combina con el amoniaco en tres proporciones.

El *borato ácido* se produce cristalizando una disolucion neutra de ácido bórico en el amoniaco; el *borato neutro* cristaliza en la misma disolucion cuando existe en ella un esceso considerable de amoniaco. Se obtiene una sal básica saturando el ácido bórico cristalizado con el gas amoniaco seco.

Cromato de amonio.

Su fórmula es: $Cr\,O_3 + Ad\,H_4\,O + aq.$

Cristaliza en prismas de color amarillo de limon, que tienen la misma forma que los del sulfato de amonio: esta sal es bastante soluble en el agua, egerce una reaccion alcalina, y cuando se la calcina, deja por resíduo óxido de cromo puro; si se la calienta con rapidez, hay produccion de luz.

Cuando se evapora su disolucion y se añaden algunas gotas de ácido nítrico, se forman unas laminitas de bicromato de amonio, que tienen un color anaranjado.

Permanganato de amonio.

Su fórmula es: $Mn_2\,O_7,\,Ad\,H_4\,O + aq.$

Se obtiene por doble descomposicion tratando el permanganato de potasa por el fluosilicato de amonio; el líquido tiene un color de púrpura oscuro, y cuando se le evapora se depositan unos cristales del mismo color; los cuales tienen la misma forma, y probablemente una composicion análoga á la del perclorato de amonio.

Antimoniato de amonio.

El amoniaco disuelve el ácido antimónico hidratado, y produce un líquido que cuando se le espone á la accion del calor, deposita un polvo blanco de antimoniato ácido de amonio; este polvo enrojece el tornasol, y pierde todo el amoniaco cuando se le calienta.

Tungstato de amonio

La fórmula de la sal ácida es: $2\,WO_3$, $AdH_4O + aq$.

Cuando se halla combinado con el agua, cristaliza en agujas cuadradas ó en pequeñas escamas, que tienen un sabor metálico amargo muy ácre. Por la accion del fuego abandona el agua, el amoniaco y el nitrógeno, y queda un resíduo azul de óxido de tungsteno.

Es muy poco soluble en el agua.

Molibdato de amonio.

Fórmula: MoO_3, AdH_4O.

La disolucion del ácido molíbdico en el amoniaco produce por la evaporacion prismas rectos de sabor metálico, amargo y astringente; estos cristales se disuelven en 3 partes de agua, y dejan por la calcinacion un resíduo de un óxido pardo.

El *molibdato ácido* cristaliza en prismas romboidales transparentes, que tienen doble refraccion y un lustre nacarado, azul verdoso; el polvo ténue de esta sal es enteramente blanco. Por la calcinacion deja un polvo de color de ceniza.

Vanadato de amonio.

Fórmula: VO_3, AdH_4O.

Disolviendo el ácido vanádico en el amoniaco cáustico se produce un líquido amarillo pardusco de bivanadato de amonio, que tratado por un esceso de amoniaco y abandonado á sí mismo, deposita cristales amarillos. Hirviendo la disolucion antes de evaporarla, se descolora y da unos cristales blancos, que tienen la misma composicion que la sal amarilla (BERZELIUS).

Selenito de amonio.

Fórmula; $Se\,O_2\,,\,Ad\,H_4\,O$.

El ácido selenioso forma tres combinaciones con el amoniaco. La *sal neutra* se obtiene poniendo un esceso de amoniaco: cristaliza en prismas ó en tablas oblícuas de base cuadrada; cuando se la calienta se hincha y se descompone en agua, amoniaco, selenio y cuadriselenito de amonio, que se sublima. Sometiendo á la evaporacion espontánea la disolucion de la sal neutra, se desprende amoniaco y se obtiene *biselenito de amonio* en agujas inalterables al aire; pero si esta operacion se ejecuta con el ausilio del calor, se forma *cuadriselenito de amonio* en cristales delicuescentes.

COMBINACIONES DE LAS AMIDAS.

A esta clase de cuerpos, indicada primero por Dumas, pertenecen cierto número de combinaciones que continen la amida, y un metal ó un radical compuesto.

Las combinaciones de las amidas, en general, son el resultado de la descomposicion que esperimenta el amoniaco en contacto con ciertos metales (amida de potasio, de sodio), con los cloruros (amida de benzoila, de mercurio), con los óxidos (amidas de mercurio), ó con los oxácidos anhidros (sucinamida).

Es muy probable que muchas combinaciones orgánicas nitrogenadas contengan la amida, y que la benzamida, por ejemplo, sea uno de los elementos del ácido hipúrico que se encuentra en la orina de los mamíferos herbívoros.

Las combinaciones de esta clase, que solo contienen 1 equivalente de amida, se distinguen particularmente en que carecen de propiedades básicas y ácidas, y en que se descomponen, en presencia del agua ó por la accion simultánea de esta, de los ácidos y de los álcalis, en sales amoniacales formadas á espensas de los elementos del agua y de los de la amida.

Hé aquí algunos ejemplos de esta especie de descomposicion.

Oxamida: $C_2\,O_2\,,\;Ad$
Agua: $O \quad H_2$

$$\underbrace{C_2\,O_3}_{\text{Acido oxálico.}}\,,\;\underbrace{Ad\,H_2}_{\text{Amoniaco.}}$$

Benzamida: $Bz,\;Ad$
Agua: $O \quad H_2$

$$\underbrace{BzO}_{\text{Acido benzóico.}}\,,\;\underbrace{Ad\,H_2}_{\text{Amoniaco.}}$$

No es dudosa la constitucion de las amidas que acabamos de

citar, porque la oxamida y la benzamida no contienen mas que la cantidad de hidrógeno que pertenece solo á la amida, ó á la amida y al radical de la combinacion; sin embargo, existe una série de combinaciones que se forman casi en las mismas circunstancias que la oxamida, y hacen el papel de amidas en muchos casos, á las que no obstante, no se puede conceder con tanta certeza una composicion análoga.

A esta última clase es á la que pertenecen las combinaciones de los ácidos sulfúrico y sulfuroso anhidros con el gas amoniaco; asi como la de la esparraguina.

En la formacion de la oxamida, por ejemplo, por el éter oxálico y el amoniaco, el ácido oxálico y el amoniaco se descomponen, y se forma oxamida y agua: esta última se combina con el éter, y produce alcohol.

Pero cuando los ácidos sulfúrico y sulfuroso se combinan con el amoniaco, todos los elementos permanecen en la nueva combinacion. Por consiguiente, contienen los elementos del ácido anhidro, y los del amoniaco; sin embargo, el ácido no puede ser reemplazado sino muy lentamente por otros ácidos, y el amoniaco tampoco puede serlo, sino en parte, por otras bases. Segun esto, estas combinaciones no son sales.

Tampoco se las puede incluir con toda seguridad entre las amidas, especialmente porque, segun H. ROSE, parece que puede trasportarse el ácido sulfuroso á otras bases en el mismo estado en que existe en estas combinaciones, sin perder las propiedades que tenia en su combinacion con el amoniaco.

Esta es la razon por la que describiremos estas combinaciones en un capítulo particular.

Muchos óxidos metálicos forman por su contacto inmediato con el amoniaco, combinaciones que se diferencian de otras de naturaleza análoga por la facilidad con que detonan por el frotamiento ó por el calor. En este número se colocan sobre todo los óxidos de los metales que retienen con muy poca fuerza el oxígeno, tales como los de oro, de plata, de platino y de osmio. Tal vez el amoniaco se descomponga con estos óxidos en agua y en una combinacion de amida; mas esta suposicion se halla débilmente apoyada, en razon á que no esplica de un modo mas satisfactorio su propiedad esplosiva, que cuando se supone que proviene de una reduccion del óxido metálico en el momento de la esplosion. Por lo demas la análisis del fulminato de oro, por ejemplo, demuestra claramente que contiene todos los elementos del óxido y los del amoniaco, con el que está combinado este óxido.

Ademas se ha ensayado el considerar como amidas el cloruro y bromuro de nitrógeno; pero la existencia del sulfuro y del fosfuro de nitrógeno, y la descomposicion que esperimenta el cloruro de nitrógeno en contacto con el cobre, de la que resulta cloruro de cobre y nitrógeno libre sin desprendimiento de amoniaco, observacion debida á Dulong, parece son pruebas suficientes para desvanecer todo género de duda, respecto á la naturaleza de estas combinaciones.

Unicamente el ioduro de nitrógeno parece hace escepcion, porque no solo produce iodo y nitrógeno cuando detona, sino tambien amoniaco libre y ioduro de amonio. Su disolucion en el ácido clorohídrico contiene amoniaco y cloruro de iodo; se disuelve tambien en el cianuro de potasio, y forma ioduro de potasio, ioduro de cianógeno y amoniaco libre, sin produccion de nitrógeno.

Amida de potasio.

Su fórmula es: A*d* K.

1 equiv. de amida.	2 át. de nitrógeno.	177,040	201,999.
	4 át. de hidrógeno.	24,959	
	1 át. de potasio.		489,920.
	1 át. de amida de potasio.		691,919.

El descubrimiento de este cuerpo es debido á GAY-LUSSAC y THÉNARD.

Cuando se calienta el potasio en una corriente de gas amoniaco seco hasta que se funda, hay una viva efervescencia, y su superficie se cubre de un líquido verde de oliva que se estiende sobre las paredes del vaso; despues que el metal ha perdido su lustre metálico, blanco de plata, queda un líquido amarillento y trasparente que se convierte en una masa cristalina formada de grandes láminas lustrosas, de color agrisado.

GAY-LUSSAC y THÉNARD han demostrado que el potasio separa del amoniaco en esta operacion tanto hidrógeno como el que se desprende por su contacto con el agua; ademas han notado, que la amida de potasio en contacto con el agua se descompone en óxido de potasio y amoniaco, sin desprendimiento de gas y sin formacion de otros productos.

Por lo tanto esta combinacion contiene 1 equivalente de potasio y otro de amida (= una combinacion de 1 equivalente de nitrógeno y 2 de hidrógeno), que debe ser el equivalente de la cantidad de

oxígeno que se combina con el potasio para formar el óxido de potasio.

La amida de potasio contiene proporciones diferentes de amida y de potasio, segun la temperatura á que ha estado espuesta; si se la ha fundido á una temperatura elevada, contiene 1 átomo de amida para 2 de potasio; en tanto que si la operacion se ha ejecucutado á una temperatura baja, contiene 1 átomo de potasio para otro de amida. Antes de llegar al calor rojo aparece de un color negro verdoso, pierde su fusibilidad, y abandona amoniaco, nitrógeno é hidrógeno; los volúmenes de estos dos últimos gases se hallan en la relacion de 3 á 1: al calor rojo desprende nitrógeno é hidrógeno en la proporcion de 2 á 1.

Calentada con los metales muy fusibles, abandona amoniaco, nitrógeno, é indicios de hidrógeno, y queda una aleacion de potasio.

Se quema en el oxígeno con desprendimiento de calor y luz; cuando se la funde en una corriente de gas cianógeno, se forma cianuro de potasio y se desprende nitrógeno y amoniaco: fundida con azufre, produce sulfuro de potasio, hidrógeno sulfurado y gas amoniaco: se inflama espontáneamente en el cloro gaseoso (GAY-LUSSAC y THÉNARD).

Amida de sodio.

Su fórmula es: A*d* N*a*.

Una cantidad de sodio que en contacto con el agua desprenderia 100 volúmenes de hidrógeno, absorbe, cuando se le calienta en el gas amoniaco, 142 á 163 volúmenes de este gas, y desprende sin efervescencia 100 de hidrógeno. La masa fundida toma un color verde de oliva durante la operacion; las propiedades de esta nueva combinacion son las mismas que las de la amida de potasio (GAY-LUSSAC y THÉNARD).

COMBINACIONES DOBLES DE LAS AMIDAS CON LOS CLORUROS.

Combinaciones de la amida de mercurio.

A esta clase de compuestos pertenece el precipitado blanco y otras muchas combinaciones formadas por las sales básicas de deutóxido de mercurio, de las que KANE, que es el primero que demostró la existencia de la amida, ha hecho un estudio particular.

$Ad\,Hg + Cl_2\,Hg$	precipitado blanco.
$Ad\,Hg + 2\,Hg\,O$, $Hg\,Cl_2$	producto de la descomposicion del primero por los álcalis cáust.
$Ad\,Hg + 3\,Hg\,O, SO_3$	combinacion de la amida de mercurio con el sulfato básico de este metal.
$Ad\,Hg + 3\,Hg\,O, N_2\,O_5$	combinacion análoga con el nitrato básico de mercurio.
$Ad\,Hg + 2\,Hg_2\,O, N_2\,O_5$?	mercurio soluble de Hahnemann

Amida de mercurio y cloruro de mercurio (precipitado blanco), *cloramida de mercurio.*

Segun KANE y ULLGREEN, su fórmula es: $Ad\,Hg + Cl_2\,Hg$.

Fué descubierta en el siglo XIV por RAIMUNDO LULIO.

Se prepara precipitando el deutocloruro de mercurio por el amoniaco cáustico, ó bien tratando una disolucion formada de una mezcla de dos partes de sublimado corrosivo y una de sal amoniaco, por el carbonato de potasa ó de sosa. Debe lavarse el precipitado con agua fria hasta que principie á tomar su superficie un lijero color amarillo.

Este compuesto es blanco, pulverulento, carece de aspecto cristalino, y es muy poco soluble en el agua fria; el agua caliente le descompone y le da un color amarillo. Cuando está perfectamente seco y se le calienta, abandona sin liquidarse, amoniaco, nitrógeno, hidrógeno y protocloruro de mercurio que se sublima; pero no agua: toma un color gris ó negro debido al amoniaco que absorbe.

El precipitado blanco se disuelve sin dejar resíduo en el nitrato, acetato y sulfato de amoniaco, si estas sales contienen un esceso de base. Cuando se mezcla una disolucion de sublimado corrosivo con los ácidos nítrico, sulfúrico ó acético, el amoniaco produce un precipitado que se redisuelve en un esceso de este reactivo.

El precipitado blanco es soluble en los ácidos inorgánicos. Tratado por la potasa cáustica, tanto en frio como en caliente, desprende amoniaco y se convierte en un polvo amarillo, idéntico al que produce cuando se le hierve con agua. En este último caso el agua contiene sal amoniaco, y el cuerpo que queda, se le puede considerar como compuesto de 1 átomo de precipitado blanco y 2 de deutóxido de mercurio.

$$Ad\,Hg + Cl_2\,Hg + 2\,Hg\,O.$$

El ioduro de potasio le convierte en deuto-ioduro de mercurio, y queda en disolucion potasa libre y cloruro de potasio; el amoniaco se desprende en estado de gas. En contacto con el hidrógeno sulfurado se descompone en sulfuro de mercurio ($S\,Hg$), y sal amoniaco que queda disuelta.

La combinacion amarilla de óxido de mercurio y precipitado blanco se disuelve en el ácido nítrico con el ausilio de un calor suave, con desprendimiento de ácido nitroso; ULLGREEN atribuye la produccion del gas nitroso, á que el metal que se halla combinado con la amida se oxida á espensas del oxígeno del ácido nítrico.

Cuando no se vierte un esceso de amoniaco en la disolucion de sublimado corrosivo, ó cuando la cantidad de carbonato de sosa ó de potasa añadida á la mezcla de sublimado y sal amoniaco no es suficiente, se obtiene un precipitado muy parecido al precipitado blanco; pero que difiere esencialmente por su composicion y por el modo como se conduce bajo la influencia del calor. Por la fusion, este precipitado forma un líquido trasparente que destila sin descomponerse, y se convierte por el enfriamiento en una masa cristalina: es insoluble en el agua, y no se ennegrece como el mercurio dulce por la accion de los álcalis cáusticos.

Esta es una combinacion de la sal de Alembroth con el precipitado blanco,

$$2\,Cl_2\,Hg,\ Ad\,H_4\,Cl_2 + Ad\,Hg,\ Cl_2\,Hg,$$

que es igual al cuerpo que ROSE ha obtenido haciendo actuar el gas amoniaco seco sobre el deutocloruro de mercurio.

El precipitado blanco se forma por la descomposicion recíproca de 1 átomo de deutocloruro de mercurio y de 2 equivalentes de amoniaco; se produce sal amoniaco y amida de mercurio, que combinándose con 1 átomo de deutocloruro de mercurio, forma la cloramida de mercurio.

$$Cl_2\,Hg + 2\ Ad\,H_2 = Cl_2\,Ad\,H_4 + Ad\,Hg.$$
$$Ag\,Ad + \quad Cl_2\,Hg = \text{Cloramida de mercurio.}$$

Segun KANE, parece que el protocloruro de mercurio forma con el amoniaco una combinacion análoga, pero de color negro.

clorohidrato son menos solubles que el nitrato, de lo que resulta que cuando se trata el nitrato por un sulfato soluble, por un cloruro, ó por los ácidos sulfúrico y clorohídrico, se forman precipitados cristalinos de las sales correspondientes. Asi es como se prepara el oxalato por medio de cualquiera de las otras sales.

Nitrato de cloramida de platino.

Esta sal es bastante soluble en el agua, y cristaliza en prismas, que por lo comun tienen un color amarillento. Si se la calienta con el ácido sulfúrico, se desprende el ácido nítrico, y se forma un sulfato. Triturándola con cal ú otros álcalis, se desprende amoniaco; la produccion de este gas es débil cuando no se eleva la temperatura. Su disolucion no se enturbia por el nitrato de plata sino pasado algun tiempo: si se calienta el líquido despues de filtrado, se forma un nuevo precipitado, que contiene platino, plata y cloro. Tratando su disolucion por el ácido sulfhídrico, solo se precipita una corta cantidad de azufre; no precipita mas que $\frac{1}{2}$ por ciento de platino, y para esto se necesita prolongar por bastante tiempo el contacto.

Sulfato de cloramida de platino.

El medio mejor de obtenerle consiste en tratar por el sulfato de sosa una disolucion caliente y saturada de la sal anterior, y dejarla enfriar: el líquido se convierte poco á poco en una papilla cristalina compuesta de agujitas. El sulfato de cloramida de platino es bastante soluble en el agua hirviendo; las sales de barita no precipitan el ácido sulfúrico. Para reconocer la presencia de este ácido en la disolucion, es preciso aislarle separando la base por medio de otro ácido; lo que se consigue, por ejemplo, disolviendo la sal en el ácido nítrico ó clorohídrico, y diluyendo la disolucion en agua.

Las propiedades del oxalato de cloramida de platino son enteramente análogas á las de la sal de que acabamos de hablar.

Añadiendo ácido clorohídrico á la disolucion hirviendo de nitrato ó de sulfato, se obtienen por el enfriamiento unos octaedros amarillos, que son la sal haloidea de esta base de platino.

El clorohidrato no contiene oxígeno, como puede verse por la fórmula indicada; cuando la base se halla en contacto con el hidrácido, su oxígeno se combina con el hidrógeno de éste para formar agua, y es reemplazado por un equivalente de cloro.

Mezclando una disolucion de nitrato con los fosfatos, citratos, tartratos, malatos, etc., etc., se obtiene el fosfato, citrato, tartrato ó malato de esta base; todas estas sales son cristalizables, y menos solubles en frio que el nitrato.

Estas combinaciones tan notables han sido poco estudiadas para poder determinar con alguna certeza su constitucion. Se les puede considerar á todas como sales dobles de sales de amoniaco, con una combinacion de amida y de protocloruro de platino, en las cuales la amida reemplaza el equivalente de cloro que necesita el protocloruro de platino para pasar al estado de bicloruro.

Si se adopta este modo de ver, la fórmula del nitrato de cloramida de platino será:

$$Pt \left.\begin{matrix} Cl_2 \\ Ad \end{matrix}\right\} N_2 O_5 + Ad H_4 O.$$

Si se trata una disolucion de bicloruro de platino por el ácido sulfuroso y se la calienta, llega un momento en que el líquido se vuelve casi incoloro y no precipita por la sal amoniaco; si se añade entonces un esceso de carbonato de amoniaco, y se concentra el líquido, se obtiene por medio del alcohol un precipitado blanco abundante, que purificado por nuevas cristalizaciones produce unas agujas sedosas, cortas y delgadas.

Segun la análisis de BOECKMANN, contiene protóxido de platino, ácido sulfuroso, amoniaco y agua en las proporciones indicadas por la fórmula:

$$2\,SO_2,\ 2\,Ad\,H_2,\ Pt\,O + aq.$$

ó

$$\left.\begin{matrix} Pt\,O \\ Ad \end{matrix}\right\} 2\,SO,\ Ad\,H_4\,O.$$

Ademas de esta sal se forman tambien los ácidos clorohídrico y sulfúrico, por la reaccion del ácido sulfuroso sobre el bicloruro de platino.

Esta sal blanca produce con las sales de plata y de plomo precipitados que contienen plata ó plomo, platino, ácido sulfuroso y amoniaco, ó nitrógeno é hidrógeno.

RADICAL ÓXIDO DE CARBONO.

Sinónimo: *oxalida* (BERZÉLIUS).
Fórmulas: CO — C_2O_2 — C_2O.

El óxido de carbono, en ciertas combinaciones, parece que reemplaza un cuerpo simple; asi es que con el oxígeno forma el ácido oxálico; con el cloro, el ácido cloroxicarbónico, y con la amida la oxamida. Cuando se descompone el compuesto de potasio y la combinacion de óxido de carbono, forma los ácidos crocónico y rhodinizóco.

COMBINACIONES DEL ÓXIDO DE CARBONO CON EL OXÍGENO.

Acido oxalico.

Fórmula: C_2O_3, $H_2O = C_2O_2$, $O +$ *aq.*; signo: $\bar{O}$.

2 át. de carbono	=	152,87	33,76
3 át. de oxígeno	=	300,00	66,24
1 át. de ácido oxálico anhidro	=	452,87	100,00
1 át. de agua de hidratacion.	=	112,48	
1 át. de ácido oxálico hidratado (desecado á 100°)	=	565,35	
2 át. de agua de cristalizacion	=	224,96	
1 át. de ácido oxálico cristalizado	=	790,31.	

El ácido oxálico fué descubierto por SCHEELE en 1776. Se le encuentra en el reino mineral, combinado con el óxido de hierro, en la *humboldtita*. Existe en los garbanzos en estado libre; combinado con las bases se halla en bastante cantidad en un gran número de plantas, tales como las diversas especies de oxális, rumex, etc.; se le encuentra asimismo combinado con la potasa en muchas raices, por ejemplo, en las de ruibarbo, tormentila, bistorta, genciana, saponaria, y en las de las variedades del género rumex, etc.; combinado con la cal hace parte de muchos líquenes, en particular, del parmelia cruciata, y de las especies variolariæ. El oxalato de cal se encuentra en ciertos cálculos urinarios.

Se produce ademas este ácido por la descomposicion del ácido úrico; es el resultado que generalmente se obtiene de la oxidacion de las materias orgánicas por el ácido nítrico, el hidrato de potasa (GAY-LUSSAC), y el permanganato de potasa (GREGORY, DEMARZAY); finalmente, se forma por la descomposicion del cianógeno en presencia del agua y el amoniaco.

El método mas sencillo para preparar el ácido oxálico, consiste en tratar el azúcar, ó mejor aún el almidon, con 5 partes de ácido nítrico de 1,42, diluido en 10 de agua. Se calienta ligeramente la mezcla hasta que no se desprende mas gas, y se evapora para que cristalice. Es preciso desecar los cristales sobre papel de filtro ó sobre ladrillos porosos, y purificarlos por una segunda cristalizacion.

Para prepararle en grande se emplean unos vasos de barro de forma cilíndrica, rodeados de agua caliente: en los laboratorios puede hacerse uso de cápsulas de porcelana. 42 partes de almidon dan 5 de ácido oxálico. Si se tratan las aguas madres con nueva cantidad de ácido nítrico, puede obtenerse mas ácido oxálico. De este modo se continúa añadiendo ácido hasta que todo el azúcar ó el almidon se hayan trasformado en ácido oxálico. El ácido nítrico que adhiere á los cristales se puede separar por repetidas cristalizaciones, ó bien calentándoles ligeramente en una cápsula de porcelana. El ínfimo precio del ácido nítrico ha contribuido á que se adopte generalmente este método.

Se obtiene tambien el ácido oxálico tratando una disolucion de oxalato ácido de potasa por el acetato de plomo, ó por el sulfuro de bario. Se lava cuidadosamente el precipitado que contiene todo el ácido oxálico, y se le descompone estando todavía húmedo, por el ácido sulfúrico diluido: despues se filtra el líquido y se le evapora para que cristalice. Para descomponer el precipitado de plomo ó de barita, se necesitan 5 partes de ácido sulfúrico hidratado y diluido en 10 de agua, por cada 7 partes de oxalato de potasa empleadas.

El mejor medio de efectuar esta descomposicion, consiste en echar poco á poco el precipitado húmedo de plomo ó de barita en los $^{9}/_{10}$ del ácido sulfúrico diluido: el sulfato de barita ó de plomo se precipita entonces, al paso que el ácido oxálico queda en disolucion. El líquido retiene algunas veces indicios de óxido de plomo, que se separa por medio de una corriente de ácido sulfhídrico. Se lava el resíduo por decantacion; se evapora el líquido decantado, asi como tambien las aguas procedentes de las lociones, y por la cristalizacion resulta el ácido oxálico perfectamente puro. Para

obtener el ácido oxálico de la porcion de oxalato que ha quedado sin descomponer en el resíduo de plomo ó de barita, se añade al precipitado la décima parte restante de ácido sulfúrico diluido, y se continúa como anteriormente. Es preciso lavar este nuevo producto, á fin de privarle del ácido sulfúrico que puede contener.

La formacion del ácido oxálico por la accion del ácido nítrico sobre las sustancias orgánicas, es una consecuencia de la oxidacion de los elementos de estas; las materias que contienen el oxígeno y el hidrógeno en las proporciones en que existen en el agua, son las que suministran el ácido oxálico en mayor cantidad. De la accion que ejerce el ácido nítrico sobre el carbono, á una temperatura baja, resultan los grados inferiores de oxidacion del carbono; como tal puede considerarse el ácido oxálico anhidro. Cuando el carbono de estas mismas sustancias se oxida á una temperatura elevada, por ejemplo, por la combustion, se forma ácido carbónico. Esto es tambien lo que se observa con el fósforo; si se quema á una temperatura elevada, produce ácido fosfórico, mientras que á la ordinaria forma un grado inferior de oxidacion, á saber, el ácido fosforoso.

Cuando se calienta el azúcar con el permanganato de potasa, se forma oxalato de potasa, peróxido de manganeso y agua. 1 átomo de azúcar anhidro y 6 de permanganato de potasa, producen 6 equivalentes de oxalato de potasa neutro, 10 de agua y 12 de peróxido de manganeso, como lo espresa la siguiente ecuacion:

$$C_{12} H_{18} O_9 + 6\,(Mn_2\,O_7\,,\,KO) = 6\,(C_2\,O_3\,,\,KO) +$$

$$10\,H_2\,O + 12\,Mn\,O_2\,.$$

El ácido oxálico cristalizado es una combinacion del ácido hidratado con 2 átomos de agua de cristalizacion: se presenta en largos prismas cuadriláteros, oblícuos, incoloros, trasparentes y terminados por solo una superficie, ó p r un apuntamiento diedro: algunas veces se observa que las aristas longitudinales se hallan truncadas y presentan dos ó cuatro planos. Los cristales se eflorescen por el calor, perdiendo 28 por ciento = 2 átomos de agua, y dejan un resíduo de hidrato. Su peso específico es 1,50. Es inodoro, de sabor ácido muy fuerte, y ejerce una accion bien manifiesta sobre el tornasol. Este ácido obra interiormente como un veneno violento, cuando se le administra á la dósis de media onza; se pueden destruir sus efectos por medio del carbonato de cal, ó del de magnesia.

Cuando se calienta rápidamente el ácido oxálico hasta 180° en

vasos abiertos, se funde, abandona el agua de cristalizacion y se divide en dos partes, de las cuales una se descompone, y la otra se desprende bajo la forma de vapores blancos muy irritantes. Estos vapores, que no son otra cosa que el ácido monohidratado, se condensan alrededor del ácido fundido, bajo la forma de una masa cristalina y lanuginosa. Cuando se calienta el ácido en una retorta, se descompone á 155° en óxido de carbono, ácido carbónico y ácido fórmico, sin dejar resíduo. El ácido nítrico concentrado descompone el ácido oxálico en ácido carbónico y agua.

El ácido oxálico anhidro contiene los elementos de:

1 átomo de óxido de carbono	$C + O$
1 átomo de ácido carbónico	$C + O_2$
1 átomo de ácido oxálico	$C_2 + O_3$

Esto esplica fácilmente su descomposicion en volúmenes iguales de óxido de carbono y ácido carbónico, cuando se le calienta con el ácido sulfúrico concentrado. En esta operacion no se ennegrece la masa, ni se desprenden otros gases. Esta reaccion es un carácter importante, que puede servir para descubrir el ácido oxálico y sus combinaciones. Si se calienta el ácido oxálico con el peróxido de manganeso ó con otros peróxidos metálicos, estos le ceden una parte de su oxígeno, que pasa al estado de ácido carbónico, y se desprende con una viva efervescencia; los protóxidos que se obtienen por la reduccion de los peróxidos, forman oxalatos con el ácido oxálico libre. La cantidad de ácido carbónico que resulta, suministra un medio para determinar la porcion de oxígeno que han cedido estos óxidos.

El ácido oxálico cristalizado se disuelve en 8 partes de agua á 15°, en su peso á la temperatura de la ebulicion, y en 4 partes de alcohol á 15°.

Caracteres de su pureza.

El ácido oxálico puro es incoloro; no ataca el papel (señal de que no contiene ácido nítrico), y no se humedece al aire. El precipitado que se forma con las sales de barita, debe disolverse en el ácido nítrico, sin dejar resíduo. Cuando contiene indicios de plomo, el líquido toma un color negro en contacto con el hidrógeno sulfurado; por último debe volatilizarse completamente por el calor.

El ácido oxálico y sus sales solubles son muy interesantes por

el uso que se hace de ellas en las investigaciones analíticas para descubrir y separar la cal de la magnesia, cuyo oxalato es soluble en el agua.

OXALATOS.

En los oxalatos neutros, el oxígeno de la base es al del ácido, como 1:3. Si se añade el oxígeno del óxido al del ácido, se tiene ácido carbónico y un metal. Muchos oxalatos, cuya base es muy reductible, se descomponen por el calor en ácido carbónico y metal: el oxalato de plata se descompone de este modo con una ligera detonacion. Los oxalatos alcalinos producen por el calor óxido de carbono que se desprende, y un residuo de carbonato alcalino. Cuando se calientan algunos óxidos metálicos con los oxalatos, se reducen al estado metálico por el óxido de carbono que se produce. Todos los oxalatos se descomponen sin ennegrecerse, cuando se les calienta con el ácido sulfúrico concentrado, y se forma óxido de carbono y ácido carbónico. Existen oxalatos neutros y ácidos: estos últimos contienen dos ó cuatro veces tanto ácido como los primeros.

Oxalato neutro de amoniaco.

Su fórmula es: $\bar{O}, Ad\,H_4\,O + aq.$
Está formado de:

1 át. de ácido oxálico		=452,87 —	50,75
1 át. de óxido de amonio	1 át. de amoniaco.	=214,47 —	24,05
	1 át. de agua.	=112,48 —	12,60
1 át. de agua de cristalizacion.		=112,48 —	12,60
1 át. de oxalato cristalizado.		=892,30 —	100,00

Preparacion.

Se obtiene saturando el ácido oxálico puro por el amoniaco cáustico ó por el carbonato de amoniaco. Puede tambien prepararse descomponiendo el oxalato de plomo por el sulfuro de amonio, y evaporando el líquido filtrado, ó bien saturando el cuadrioxalato de potasa con el carbonato de amoniaco: la primera cristalizacion consiste en oxalato de amoniaco, al que se priva de la potasa por repetidas cristalizaciones. Las aguas madres contienen oxalato neutro de potasa.

Propiedades.

El oxalato de amoniaco cristaliza en largos prismas incoloros y trasparentes, cuya forma primitiva es el prisma recto romboidal; su sabor es salado y picante; es menos soluble que el ácido oxálico, y se eflorese en un aire caliente perdiendo 12,6 por ciento = 1 átomo de agua de cristalizacion.

Usos.

Se emplea para separar la cal de la magnesia, y en general, para descubrir la cal. El producto mas notable que se obtiene por su descomposicion al fuego, es la oxamida. Evaporando simultáneamente una disolucion de esta sal y de cloruro de potasio ó de sodio, se obtiene un residuo, que abandona sal amoniaco por la calcinacion, y en el que una parte de los metales alcalinos se hallan trasformados en carbonatos (KOBELL).

Bioxalato de amoniaco.

Fórmula: $\overline{O}_2$, Ad H_4 O + 2 *aq*.

Es menos soluble que la sal neutra. Ademas el ácido oxálico forma con el amoniaco una sal, en la que existen 4 átomos de ácido.

OXALATOS DE POTASA.

Oxalato neutro.

Su fórmula es: $\overline{O}$, KO + *aq*. (GRAHAM).

1 átomo de ácido oxálico anhidro	=	452,87 —	39,20
1 átomo de potasa	=	589,92 —	51,06
1 átomo de agua	=	112,48 —	9,74
1 át. de oxalato de potasa cristalizado	=	1155,27 —	100,00

Preparacion.

Se prepara neutralizando la sal del comercio, que es una sal ácida, ó el ácido oxálico por el carbonato de potasa, y evaporando despues la disolucion para que cristalice.

Propiedades.

Cristaliza en prismas romboidales, y con mas frecuencia en prismas de seis caras desiguales, terminados por apuntamientos diedros oblícuos: estos cristales son incoloros, trasparentes, é inalterables al aire; espuestos á una temperatura de 160°, pierden 9,7 por ciento de agua y se vuelven opacos; tienen un sabor salado y picante, y se disuelven en 3 partes de agua; pero son insolubles en el alcohol.

Se forma tambien esta sal cuando se funden ciertas materias orgánicas, tales como el papel, el tártaro, etc., con el hidrato de potasa.

Bioxalato de potasa.

Fórmula: $\overline{O}_2$, KO + 3 *aq.*

1 átomo de oxalato de potasa anhidro	=	1042,79
1 átomo de hidrato de ácido oxálico	=	565,35
2 átomos de agua	=	224,96
1 átomo de bioxalato de potasa cristalizado	=	1833,10

Preparacion.

Esta sal, conocida con el nombre de sal de acederas, se prepara en grande, saturando una parte de ácido oxálico con carbonato de potasa, y añadiendo á la mezcla otra parte de ácido oxálico; por la evaporacion se la obtiene cristalizada. En otro tiempo se preparaba esta sal clarificando con clara de huevo ó con leche el zumo del *rumex* y el del *oxalis acetosella*, y evaporando suficientemente el líquido hasta que pudiese cristalizar. Como que la sal que se obtenia por este medio resultaba impura y coloreada, se la purificaba por repetidas cristalizaciones.

Propiedades.

El bioxalato de potasa cristaliza en prismas romboidales, oblícuos y diáfanos: tiene un sabor muy ácido, y enrojece fuertemente el tornasol: se disuelve en 40 partes de agua fria y en 6 del mismo líquido hirviendo; es insoluble en el alcohol.

Caracteres de su pureza.

Se reconoce su pureza, en que cuando se le calienta hasta fundirle, no despide olor empireumático, y deja un resíduo gris y no negro: si se hallase mezclado con tártaro, desprenderia dicho olor y produciria un resíduo carbonoso. Si contiene bisulfato de potasa se descubre està sal por los medios que sirven para reconocer el ácido sulfúrico. Para distinguirle del cuadrioxalato, con el que puede confundirse, porque en la actualidad lleva este último en el comercio el nombre del primero, no hay mas que tomar dos partes iguales de la sal en cuestion, calcinar la una y disolver la otra: despues de estas operaciones, la mezcla de las dos partes debe producir un líquido neutro.

Cuadrioxcalato de potasa.

En el dia se conoce esta sal en el comercio con el nombre de sal de acederas, ó de bioxalato de potasa.

Su fórmula es: $\tilde{O}_4$, KO + 7 *aq.* (BERZELIUS).

1 átomo de oxalato de potasa anhidro	=	1042,79
3 átomos de hidrato de ácido oxálico	=	1696,05
4 átomos de agua	=	449,72
1 át. de cuadrioxalato de potasa cristalizado	=	3188,56

Se prepara esta sal en grande, saturando 1 parte de ácido oxálico cristalizádo con el carbonato de potasa, y añadiendo á la mezcla 3 partes de ácido oxálico. Se la obtiene tambien cristalizando una disolucion de bioxalato de potasa en el ácido clorohídrico. Como esta sal contiene casi la misma cantidad de ácido que el bioxalato, los fabricantes economizan en su preparacion la mitad de la potasa.

Cristaliza en octaedros oblícuos, que tienen dos ángulos truncados: es incolora, poco soluble en el agua, y á 128° pierde 4 átomos de agua = 14 por ciento; á una temperatura mas elevada se desprende ácido oxálico, del cual se descompone una parte.

Cuando esta sal es pura, no debe ennegrecerse ni despedir olor alguno empireumático esponiéndola á una temperatura elevada; ademas si se calcinan 3 partes de cuadrioxalato de potasa, y se añade una parte de la misma sal al resíduo de carbonato de potasa que resulta, debe obtenerse el oxalato neutro.

Oxalato de sosa.

Fórmula: $\bar{O}$, $Na\,O = C_2\,O_3$, $Na\,O$ (GRAHAM).

De todas las sales de sosa, esta es la menos soluble, y el único oxalato alcalino anhidro. Es muy difícil obtenerla en cristales bien definidos. Se combina con otra parte de ácido oxálico, y forma un bioxalato; el cuadrioxalato no existe.

Oxalato de cal.

Fórmula: $\bar{O}, Ca\,O, 2\,aq. = C_2\,O_3\,, Ca\,O + 2\,aq.$ (GRAHAM).

Constituye la parte sólida de muchos líquenes, y aun existe en bastante cantidad para poder estraer de él el ácido oxálico. Sin embargo, no se obtienen grandes ventajas, aun cuando se haga uso de la *variolaria communis*, que es la que contiene mas oxalato. Segun BRACONNOT, se tratan los líquenes por $\frac{1}{8}$ de ácido sulfúrico concentrado, diluido en su peso de agua: se hierve la mezcla por espacio de media hora, y despues de filtrar el líquido hirviendo, para separar el sulfato de cal, se le deja cristalizar. Los cristales contienen todavía cierta cantidad de cal, y solo se les puede destinar á la preparacion de otros oxalatos solubles.

El oxalato de cal precipitado de una disolucion, se reconoce fácilmente en que es insoluble en el agua y en el ácido acético, y soluble en los ácidos nítrico y clorohídrico. Por consiguiente los oxalatos alcalinos son unos reactivos escelentes para reconocer la presencia de la cal en las disoluciones, siempre que se las prive de antemano de los óxidos metálicos, que del mismo modo que la cal, forman sales insolubles con el ácido oxálico. Los oxalatos alcalinos sirven especialmente para separar la cal de la magnesia, en razon á que esta última forma con otras bases oxalatos dobles solubles. Recíprocamente se usa la cal para descubrir el ácido oxálico, mas en este caso es preciso no olvidar que las sales de cal no precipitan todo el ácido oxálico en las disoluciones que contienen el óxido de cromo, el de hierro y el de manganeso.

El oxalato de cal recien precipitado se presenta en forma de copos muy blancos; cuando se le calcina, deja un resíduo de carbonato de cal perfectamente blanco, que sirve para determinar cuantitativamente la cal ó el ácido oxálico.

Segun GRAHAM, los oxalatos de magnesia, de zinc y de manganeso tienen la misma composicion que el de cal.

La composicion del oxalato de barita se espresa por: $\overline{O}$, Ba O + *aq*.

Oxalato de plata

Fórmula : $\overline{O}$, *Ag* O = C_2O_3 , *Ag* O.

Esta sal es pulverulenta, blanca, insoluble, y cuando se la calienta se descompone instantáneamente con una pequeña esplosion. Saturando el bioxalato de potasa por el carbonato de plata, se obtiene una sal doble muy soluble, que cristaliza en romboedros.

Oxalato de cromo y de potasa.

Fórmula : 3 $\overline{O}$, Cr_2O_3 + ($\overline{O}$, KO) + 6 *aq*.

Esta combinacion ha sido descubierta por GREGORY.

Se prepara disolviendo al fuego 1 parte de bicromato de potasa, 2 de bioxalato de la misma base y 2 de ácido oxálico cristalizado, disuelto en 1 parte de agua. Evaporando convenientemente el líquido, se depositan unos cristales de la sal doble que nos ocupa. Al efectuarse la disolucion se desprende gran cantidad de ácido carbónico, producido por la descomposicion de una parte del ácido oxálico; esta descomposicion se verifica á espensas del oxígeno del ácido crómico, que pasa al estado de óxido de cromo.

Los cristales de esta sal tienen un color negro mirados por reflexion y azul intenso por refraccion; su disolucion es verde por reflexion y roja por refraccion. Contiene 1 átomo de oxalato de cromo, 3 de oxalato de potasa y 6 de agua. Los álcalis no precipitan de su disolucion sino una parte del óxido de cromo; las sales de cal no producen mas que un débil precipitado de oxalato de cal.

COMBINACIONES DEL ÓXIDO DE CARBONO CON EL CLORO.

Acido cloroxicarbónico.

Fórmula: CO, Cl_2 (E. DAVY).

Composicion:

1 át. de óxido de carbono	= 176,435 —	28,499
1 equivalente de cloro	= 442,650 —	71,501
1 át. de ácido cloroxicarbónico.	= 619,085 —	100,000

Este cuerpo, conocido tambien con el nombre de *oxicloruro de carbono, ó gas fosgéno*, ha sido descubierto por E. DAVY.

Si se esponen á la luz solar volúmenes iguales de gas óxido de carbono y de cloro, se forma, pasados algunos minutos, una combinacion que solo ocupa la mitad del volúmen primitivo. A la luz difusa, la combinacion se produce en el intervalo de algunas horas (DUMAS).

Este cuerpo es un gas incoloro, de un olor desagradable y sofocante que escita el lagrimeo. Su densidad es de 3,399, que representa dos volúmenes; el cálculo da el número $\frac{6,8259}{2}=$ 3,412. Si se le disuelve en agua, se descompone en los ácidos carbónico y clorohídrico. Cuando se calientan algunos metales en este gas, se apoderan del cloro para formar cloruros, y dejan el óxido de carbono en libertad. Calentado con el óxido de zinc anhidro, produce ácido carbónico y cloruro de zinc. El fosforo y el azufre se pueden sublimar en este gas sin que esperimenten alteracion. El alcohol y el espíritu de madera le descomponen de un modo particular: se desprende ácido clorohídrico, y resultan éteres compuestos. La reaccion se efectúa entre 2 átomos de ácido cloroxicarbónico y 1 de hidrato de óxido de etila ó de metila, y resulta 1 equivalente de ácido clorohídrico y 1 átomo de éter cloroxicarbónico: $2\ CO\ Cl_2 + C_4 H_{12} O_2 = H_2 Cl_2 + C_6 H_{10} O_3 Cl_2$ (Véanse las *combinaciones de óxido de etila de constitucion incierta*).

Cuando el ácido cloroxicarbónico se halla en contacto con el amoniaco, se descompone y se forma sal amoniaco y un cuerpo blanco, cristalino, que se sublima, que es la *carbamida*.

El ácido cloroxicarbónico puede considerarse como ácido carbónico, y en el que 1 equivalente de oxígeno se halla reemplazado por otro de cloro.

COMBINACIONES DEL ÓXIDO DE CARBONO CON LA AMIDA.

Carbamida.

Fórmula: $CO, Ad = CO, N_2 H_4$ (REGNAULT).

No se la conoce en estado de pureza, y sí solo mezclada con la sal amoniaco. Cuando se introduce en un recipiente ácido cloroxicarbónico seco y gas amoniaco, ambos gases se condensan, y resulta un cuerpo sólido, blanco y cristalino, que, segun REGNAULT, es

mezcla de carbamida y de sal amoniaco. 1 átomo de gas cloroxicarbónico y 2 equivalentes de amoniaco producen 1 átomo de carbamida y 1 equivalente de cloruro de amonio : $CO, Cl_2 + Ad_2 H_4 = CO, Ad + Cl_2 Ad H_4$. La carbamida es soluble en el agua; su disolucion no precipita las sales de barita ni las de cal. El ácido acético y otros ácidos orgánicos, parece que no la atacan; al menos no se produce efervescencia. Los ácidos minerales enérgicos la convierten en presencia del agua, en carbonato de amoniaco que cede su amoniaco al ácido mineral, ínterin que el ácido carbónico se desprende con efervescencia.

Oxamida.

Fórmula: $C_2 O_2, Ad = C_2 O_2, N_2 H_4$ (DUMAS)

Composicion :

2 átomos de óxido de carbono	= 352,870	—	63,7
1 equivalente de amida	= 201,999	—	36,3
1 átomo de oxamida	= 554,869	—	100,0

El descubrimiento de este cuerpo es debido á Dumas, quien le considera como el tipo de una nueva série de combinaciones, designadas con el nombre genérico de *amidas*.

La oxamida se produce por la destilacion de una mezcla de sales amoniacales y de oxalatos, y en particular por la del oxalato de amoniaco. Se la obtiene tambien muy pura, descomponiendo el éter oxálico por una solucion acuosa de amoniaco. (Véase *oxalato de óxido de etila.*)

Se prepara introduciendo el oxalato de amoniaco en una retorta, y calentándole poco á poco; se desprende ácido carbónico, amoniaco, óxido de carbono y cianógeno, y en el recipiente se halla una solucion de carbonato de amoniaco, en la que se hallan suspendidos unos copos blancos: se vierte la materia sobre un filtro y se lava con mucha agua; como la oxamida es insoluble en el agua fria, queda sobre el papel.

La oxamida se presenta bajo la forma de un polvo cristalino, sumamente blanco: es casi insoluble en el alcohol y en el éter, poco soluble en el agua hirviendo y carece de olor y sabor. A la temperatura ordinaria los ácidos ni los álcalis diluidos no ejercen accion sobre ella; pero si están concentrados ó interviene el calor, la descomponen fácilmente en ácido oxálico y amoniaco. Si se la somete

á la destilacion seca produce agua, óxido de carbono, ácido cianhídrico, ácido ciánico y amoniaco: estos dos últimos cuerpos se combinan entre sí y forman uréa.

La formacion de la oxamida y la descomposicion que esperimenta por los ácidos y los álcalis, se esplican fácilmente comparando la composicion de este cuerpo con la del oxalato de amoniaco.

En efecto, la fórmula del oxalato de amoniaco es $= C_2 N_2 H_6 O_3 + 2\ aq.$

Sustrayendo los elementos de la oxamida: $C_2 N_2 H_4 O_2$

Queda tan solo agua: $H_2 O + 2\ aq.$

Por consiguiente la oxamida está formada de los elementos del oxalato de amoniaco anhidro, del que se han separado los elementos de 1 átomo de agua.

El éter oxálico que se descompone instantáneamente por una disolucion acuosa de amoniaco, es una combinacion de ácido oxálico anhidro y de éter: el ácido oxálico cede 1 átomo de oxígeno á 1 equivalente de hidrógeno del amoniaco, y se produce agua, que combinándose con el éter forma alcohol; queda por una parte óxido de carbono $C_2 O_2$, y por otra amida $N_2 H_4$, de cuya union resulta la oxamida.

Cuando se calienta la oxamida con los álcalis ó los ácidos, se descompone con la concurrencia de 1 átomo de agua, en ácido oxálico y amoniaco. El mismo resultado se obtiene esponiendo una mezcla de oxamida y de agua á una temperatura superior á 100°.

La descomposicion que esperimenta la oxamida por la accion de los ácidos es notable, porque parece da alguna luz acerca de las metamorfosis que se observan en muchas sustancias orgánicas, especialmente con el almidon, la madera y el azúcar de caña, por medio de los ácidos inorgánicos concentrados ó diluidos. En efecto, basta una cantidad sumamente pequeña de ácido oxálico para trasformar una gran porcion de oxamida en oxalato neutro de amoniaco; la pequeña cantidad de ácido que ha producido este efecto, se combina simplemente con parte del oxalato neutro, y forma una sal ácida. Si este nuevo producto no puede á su vez descomponerse en sus principios constituyentes, no quedará duda en que esta especie de descomposicion debe comprenderse en el número de las que se atribuyen á los fenómenos catalípticos.

PRODUCTOS DE LA ACCION DEL POTASIO SOBRE EL ÓXIDO DE CARBONO.

Acido rodizónico; oxicarburo de potasio.

Fórmula del ácido rodizónico considerado en estado anhidro: $C_7 O_7$ (THAULOW).

Composicion:

7 átomos de carbono	=	535,045 —	43,32
7 átomos de oxígeno	=	700,000 —	56,68
1 átomo de ácido rodizónico	=	1235,045 —	100,00

Este cuerpo, que debe su nombre al color particular de sus sales, fué entrevisto por L. GMELIN; pero HELLER es quien reconoció que era un ácido distinto de los demas.

Se produce por la descomposicion recíproca del oxicarburo de potasio y del agua. Cuando se calienta el potasio en el gas óxido de carbono, este gas es absorbido con avidez; el metal se estiende entonces sobre las paredes del vaso en que se opera y toma un color verde; el producto se vuelve poco á poco negro y poroso. Si se le espone al aire, estando todavía caliente, se inflama: en contacto con el agua, se disuelve con un desprendimiento violento de un gas inflamable: esta disolucion es de color rojo, y contiene *rodizonato de potasa.*

Se obtiene este oxicarburo de potasio en gran cantidad, como producto accidental, cuando se prepara el potasio por medio de una mezcla de carbonato de potasa y de carbon; pasa al recipiente en union con los gases que se producen, y se deposita bajo la forma de copos de color gris-verdoso que pueden recogerse con facilidad. Si se les espone al aire húmedo, se trasforman poco á poco sin inflamarse, en rodizonato de potasa, que tiene un color de escarlata.

Se priva á esta sal del esceso de potasa, lavándola con alcohol, en el cual es insoluble.

Segun THAULOW, la sal de potasa se compone de $C_7 O_7$, 3 KO, y la de plomo de $C_7 O_7$, 3 P*b* O. Por la análisis esta última ha deducido los números siguientes:

	Análisis.	Cálculo.
C_7 =	9,47	9,87
O_5 =	14,36	12,93
3 P*b* O =	76,17	77,20
	100,00	100,00

Cuando se descompone la sal de plomo por el hidrógeno sulfurado, el ácido que contiene se descompone tambien. Si se descompone la sal de potasa por una mezcla de ácido sulfúrico y de alcohol, se obtiene el ácido rodizónico impuro, mezclado con sulfato de óxido de etila y de potasa.

Todas las combinaciones del ácido rodizónico son rojas; cuando están secas tienen lustre métálico y presentan un reflejo verde.

Cuando se calienta la disolucion acuosa de rodizonato de potasa, esperimenta una descomposicion muy notable; efectivamente se obtiene potasa libre y oxalato y carbonato de esta base. 1 átomo de rodizonato de potasa contiene los elementos de 1 átomo de oxalato de potasa, 1 de croconato de potasa y otro de potasa.

$$C_2\,O_3\,,\,KO + C_5\,O_4\,,\,KO + KO = C_7\,O_7\,,\,3\,KO.$$

Acido crocónico.

Fórmula del ácido supuesto anhidro: $C_5\,O_4$.
Composicion probable del ácido hidratado: $C_5\,O_5\,H_2$.

5 átomos de carbono	=	382,175 —	42,7
4 id. de oxígeno	=	400,000 —	46,9
1 id. de agua	=	112,480 —	10,4
1 átomo de ácido crocónico	=	894,655 —	100,0

Este ácido ha sido descubierto por L. GMELIN, y debe su nombre al color de azafran que presentan todas las sales que produce.

Cuando se hierve una disolucion de rodizonato de potasa, adquiere un color amarillo anaranjado, y si se la evapora convenientemente, deposita por el enfriamiento unas agujas largas, amarillas y brillantes de croconato de potasa. El líquido que sobrenada es alcalino, y por la evaporacion produce unos cristales de oxalato neutro de potasa.

Para preparar el ácido crocónico, se disuelve la sal de potasa en agua, se añade despues un esceso de ácido hidrofluosilícico, se evapora el líquido hasta sequedad y se trata el resíduo amarillo por el agua; por cuyo medio resulta el ácido crocónico perfectamente puro.

La disolucion de este cuerpo es amarilla; tiene un sabor ácido: enrojece fuertemente el tornasol, y cristaliza con facilidad. Los cristales son solubles en el alcohol.

Croconatos. Todos los croconatos son amarillos é insolubles en el alcohol, á escepcion del de amoniaco que se disuelve en él.

Croconato de potasa. Fórmula: $C_5 O_4$, KO + 2 *aq.* (L. GMELIN). Cristaliza en largos prismas de seis á ocho planos; tiene un color rojo naranjado, un sabor parecido al del nitro, no ejerce accion sobre el tornasol, y pierde 15 por ciento = 2 átomos de agua á un calor débil, en cuyo caso adquiere un color amarillo de limon; si se le espone á una temperatura mas elevada, se inflama, se quema como la yesca sin despedir olor empireumático, desprende óxido de carbono y ácido carbónico, y deja un resíduo formado de una mezcla de carbonato de potasa y de carbon. El cloro y el ácido nítrico le descomponen con una débil efervescencia, y resultan unos compuestos cristalinos, que no han sido estudiados.

Cuando se vierte ácido acético en una disolucion de croconato de potasa, y en seguida otra diluida y caliente de acetato de barita ó de plomo, se obtienen precipitados cristalinos, micáceos, de color amarillo de oro, que pierden el agua á 120°, y se vuelven de color amarillo oscuro. El precipitado que se obtiene con la sal de plomo, es el *croconato neutro de plomo hidratado.*

$$C_5 O_4 , Pb O + aq.$$

El que forma la sal de barita es el *croconato neutro de barita:*

$$C_5 O_4 , Ba O.$$

La combinacion de óxido de carbono y de potasio, no contiene el ácido rodizónico enteramente formado: este último no se produce sino por la accion del agua. En efecto, el gas hidrogenado que se produce cuando se descompone esta combinacion por el agua, nos manifiesta que el potasio existe en ella en estado metálico. Si se espresa el oxicarburo de potasio por la fórmula $C_7 O_7 + 3$ K, tendremos que el rodizonato de potasa deberá representarse por $C_7 O_7 + 3$ KO; en esta última fórmula existen 3 átomos mas de oxígeno que en la primera, los cuales necesariamente deben haber sido suministrados por 3 átomos de agua. En efecto, en la descomposicion del oxicarburo de potasio por el agua, se desprende hidrógeno; pero este gas no es puro, pues contiene carbono. Segun E. DAVY, este gas se diferencia de todos los carburos de hidrógeno, por la propiedad que tiene de inflamarse á la temperatura ordinaria, y de abandonar carbono cuando se le mezcla con un volúmen

igual de cloro. Por consiguiente la formacion del ácido rodizónico no es tan sencilla como parece á primera vista.

Puede considerarse el ácido crocónico como una combinacion de óxido de carbono y de hidrógeno, $C_5 O_5 + H_2$; bajo esta forma se aproxima á otro ácido particular, el ácido melítico, que juega en todas sus combinaciones el papel de un hidrácido, que contiene igualmente un óxido de carbono por radical.

Acido melítico.

Fórmula del ácido anhidro: $C_4 O_3$ (WOEHLER y J.-L.)

Fórmula del ácido cristalizado: $C_4 O_4 H_2$ ó $C_4 O_3, H_2 O$ (WOEHLER).

Composicion:

4 átomos de carbono	= 305,74	—	42,5
3 id. de oxígeno	= 300,00	—	41,8
1 átomo de agua	= 112,48	—	15,7
1 átomo de ácido melítico	= 718,22	—	100,0

Este ácido ha sido descubierto por KLAPROTH. Se le halla en la naturaleza combinado con la alumina, y constituye un mineral muy raro que se denomina *melita.*

Segun WOEHLER, el método mas ventajoso para obtener este ácido, consiste en descomponer el melitato de plomo por el hidrógeno sulfurado. Evaporando el líquido despues de filtrado, resulta un polvo blanco cristalino, que se disuelve en el alcohol, en donde cristaliza, por una evaporacion lenta, en agujas agrupadas en estrellas.

La disolucion acuosa de este cuerpo tiene un sabor muy ácido, y enrojece fuertemente el tornasol. Los ácidos sulfúrico y nítrico no ejercen accion sobre el ácido melítico seco, aun á la temperatura de la ebulicion; este ácido resiste un calor de 300° sin alterarse. Por la destilacion seca se descompone en carbon y en un sublimado cristalino, sin que se desprendan productos empireumáticos. Cuando se le hierve con alcohol, parece que forma con este una combinacion particular.

Melitatos. La fórmula general de los melitatos desecados á 100° se espresa por

$$C_4 O_4 H_2 ; M O.$$

Estas sales se descomponen por la accion del calor. Las que tie-

nen por base un álcali, son solubles y cristalizables: las de los demas metales son muy poco solubles ó enteramente insolubles. La potasa y la sosa forman sales ácidas.

La *sal de plata* esperimenta una descomposicion particular; á 180° pierde 1 átomo de agua, y se convierte entonces en $C_4 O_4 Ag$. Como las sales de plata desecadas á 100° carecen de agua, es muy probable que el hidrógeno del ácido y el oxígeno del óxido de plata se unan á esta temperatura y formen agua, y que la plata éntre en una nueva combinacion con el óxido de carbono, que en este caso hace el mismo papel que el cloro en las sales haloideas. Sin embargo, si se trata este compuesto por el hidrógeno sulfurado ó el ácido clorohídrico, se obtiene el ácido melítico sin haberse alterado.

Se puede tambien considerar la sal de plata desecada á esta temperatura, como una combinacion de óxido de plata con un ácido $C_4 O_3$, que se diferenciaria del ácido oxálico por contener 2 átomos mas de carbono.

Si se calienta el melitato de plata en una corriente de gas hidrógeno seco, se observa que principia á ennegrecerse á 100°. En este caso se disuelve en el agua dando al líquido un color pardo oscuro, y deja un resíduo de plata metálica. La disolucion que contiene el melitato de óxido de plata *ad minimum* ($Ag_2 O$), se descompone, cuando se la evapora, en plata metálica y en melitato de óxido de plata *ad maximum* ($Ag O$) (WOEHLER).

Melitato de amoniaco. Fórmula: $C_4 O_4 , Ad H_4$ ó $C_4 O_3 , Ad H_4 O$. Se le obtiene digeriendo la melita reducida á polvo fino en el carbonato de amoniaco, filtrando el líquido á fin de separar la alumina y cristalizándole.

El melitato de amoniaco afecta dos formas cristalinas, lo que probablemente es debido á que existe en ellas diferentes cantidades de agua de cristalizacion: estas dos formas se derivan de un octaedro de base romboidal. Los cristales son bastante voluminosos, brillantes y trasparentes, y se vuelven opacos y lechosos al aire. Es muy difícil privarles de una corta cantidad de alumina, que se disuelve en el carbonato de amoniaco cuando se les prepara. Espuestos á la destilacion seca, se descomponen en cianhidrato de amoniaco y en un sublimado de color de esmeralda.

Melitato de plomo Fórmula: $C_4 O_4 H_2 , Pb O = C_4 O_3 Pb O, aq$. Se prepara tratando el acetato de plomo por el ácido melítico, ó bien precipitando el melitato de amoniaco p r una sal de plomo. El precipitado es blanco, voluminoso, y se trasforma por la desecacion en un polvo pesado y cristalino.

Melitato de alumina. Fórmula : $3 C_4 O_4 H_2$, $Al_2 O_3 + 18$ *aq.* La *melita* natural se encuentra en Sajonia en las capas de lignite, cristalizada en octaedros regulares de color de miel. Es insoluble en frio y se descompone en el agua hirviendo. Segun WOEHLER está formada de : 1 átomo de alumina , 3 de ácido melítico y 18 de agua, de 14,5 en cien partes de alumina, 41,4 de ácido melítico y de 44,1 de agua.

El amoniaco cáustico ó el carbonato de amoniaco descomponen parcialmente la melita; disolviendo el hidrato de alumina , que queda por resíduo, en un poco de ácido nítrico, se obtienen cristales de melitato de alumina , que suministran melitato de amoniaco cuando se precipita la alumina de su disolucion ácida por un esceso de amoniaco (WOEHLER).

RADICAL CIANOGENO.

Fórmula : $C_2 N_2 = Cy_2 = 1$ equivalente.

Composicion :

2 átomos de carbono.	=	152,87 —	46,34
2 id de nitrogeno	=	177,04 —	53,66
1 equivalente de cianógeno	=	329,91 —	100,00

El cianógeno es un radical compuesto que se combina con el oxígeno , el hidrógeno y con la mayor parte de los metaloides y de los metales : un número considerable de estas combinaciones son análogas á las sales haloideas, y muchas de ellas tienen un carácter enteramente particular. El cianógeno, como radical compuesto, suministra necesariamente cuando se descompone , muchos productos , de cuya historia nos ocuparemos al tratar de las combinaciones pertenecientes á la série del cianógeno.

El descubrimiento del cianógeno y de sus propiedades químicas es debido á GAY-LUSSAC. Este descubrimiento ha sido el mas fecundo de cuantos se han hecho en la química orgánica.

Para obtener el cianógeno puro , se calienta el cianuro de mercurio, perfectamente seco, en una retorta de vidrio, y se recoge sobre el mercurio el gas que se desprende: queda por lo comun en

el fondo de la retorta una corta cantidad de una materia carbonosa y nitrogenada (*paracianógeno*), y el mercurio se volatiliza y condensa en el cuello de la misma.

El cianógeno es un gas incoloro, de un olor fuerte y penetrante, que escita vivamente los ojos y los órganos del olfato. Bajo una presion de 3 ó 4 atmósferas, se condensa y forma un líquido incoloro. Su peso específico es de 1,8064. Es muy soluble en el agua, y todavía mas en el alcohol: es inflamable y se quema con una llama azul purpúrea. Contiene 1 volúmen de carbono y otro de nitrógeno condensados en uno.

Mas adelante indicaremos los productos que forma el cianógeno cuando se descompone. (Véanse los *Productos de la descomposicion del cianógeno y de sus combinaciones*).

COMBINACIONES DEL CIANÓGENO CON EL OXÍGENO.

Se conocen tres combinaciones del cianógeno con el oxígeno, que son los ácidos ciánico, fulmínico y cianúrico.

Estos tres ácidos, supuestos en estado anhidro, presentan la misma composicion en cien partes; pero difieren entre sí por su molécula. En efecto el ácido ciánico se representa por:

$$C_2\ N_2\ O = Cy_2\ O;$$

el ácido fulmínico por:

$$C_4\ N_4\ O_2 = Cy_4\ O_2\ .$$

Este último es un ácido bibásico, cuyas sales se espresan por:

$$Cy_4\ O_2\ ,\ 2\ MO.$$

Finalmente, el ácido cianúrico es un ácido tribásico, y su equivalente tiene la composicion que sigue:

$$C_6\ N_6\ O_3 = Cy_6\ O_3\ .$$

y sus sales:

$$Cy_6\ O_3\ ,\ 3\ MO.$$

nítrico le dá un color amarillo. La raiz de masoi contiene además dos aceites, de los cuales, el uno es mas ligero que el agua, incoloro, muy fluido, de sabor acre y urente, y que huele como á sasafras: se disuelve facilmente en el alcohol, en el éter y en el ácido acético; en contacto con el ácido nítrico toma un color rojo de cereza. El otro es menos fluido y menos volátil; tiene el olor mas débil y un sabor muy acre; á—10° se espesa. A la temperatura ordinaria, en contacto con el ácido nítrico, toma un color de escarlata, y si se auxilia la accion con el calor se forma ácido oxálico. Con los álcalis se combina de un modo incompleto.

Principio de la oreja de oso.—La raiz fresca de la oreja de oso (*Primula auricula*) dá, segun HUENEFELD, unos prismas prolongados é incoloros, cuyo olor se asemeja al de la menta piperita. La raiz de la primavera (*Primula veris*) contiene una sustancia análoga que se puede obtener cristalizada en agujas blancas que huelen como á hinojo y á ajos (HUENEFELD).

GOMA ELASTICA Ó CAOUTCHOUC.

La goma elástica fué traida á Europa á principios del siglo anterior. DE LA CONDAMINE es quien en 1751 publicó la primer nota científica sobre este cuerpo. Posteriormente se han ocupado de él muchos químicos, entre los cuales se encuentran MACQUER, ACHARD, FOURCROY, etc.: despues ha sido objeto de las investigaciones de FARADAY y LUEDERSDORFF, y últimamente TROMMSDORFF, GREGORY, BOUCHARDAT y especialmente HIMLY han examinado los productos de la destilacion seca de la goma elástica.

Sabemos en el dia que se puede estraer la goma elástica del zumo lechoso de varios árboles, tales como el *Siphonia elastica Pers.* (*Iatropha elastica L.*, *Hevea guianensis Aubl. Siphonia cahuchu Rich.*), *Tabernœmontana elastica Spr.* (*Urceola elastica Roxb.*), *Lobelia caoutchouc Humb.*

La goma elástica se encuentra ordinariamente en el comercio bajo la forma de botellitas que se preparan estendiendo el zumo lechoso que fluye por las incisiones practicadas en los árboles, sobre moldes de arcilla cruda, operacion que se repite tantas cuantas veces es necesario hasta que la capa de goma elástica tiene el espesor que se desea; entonces se las coloca en una chimenea para que se desequen al calor producido por la llama, y como en esta operacion se hallan espuestas al humo, adquieren

esteriormente un color negro: se las puede separar rompiendo el molde ó ablandándole. En estos últimos tiempos se ha traido á Europa el zumo lechoso que suministra la goma elástica, en botellas perfectamente llenas. Este zumo es amarillento, espeso como crema y tiene un olor acídulo y ligeramente pútrido, lo que es debido á la alteracion de la albúmina vegetal contenida en él. Esta última se coagula cuando se le calienta y en este caso se aglutina la goma elástica que se halla suspendida en el líquido en estado de emulsion.

La goma elástica constituye casi un 32 por ciento del zumo FARADAY); se halla asociada á 2 centésimos de albúmina vegetal, á 7 de una materia parda nitrogenada, soluble en el agua y en el alcohol, y á 3 de una sustancia insoluble en estos vehículos; el resto consiste en agua.

La goma elástica, en estado de pureza, es incolora y trasparente; sus bordes recien cortados adhieren fuertemente por medio de la presion; su densidad es de 0,925 y es perfectamente elástica. No conduce la electricidad; cuando se la estira con rapidez produce calor y electricidad.

Todavia no se ha conseguido volverla á hacer tomar su estado emulsivo, despues de separada del zumo.

Cuando se la calienta con agua se hincha y ablanda considerablemente, pero sin disolverse; del mismo modo se conduce con el alcohol.

El éter exento de alcohol la disuelve y deja un residuo que son las partes fuliginosas; cuando se evapora el éter, la goma elástica aparece con todas sus propiedades y se une fuertemente, como antes de disolverla, cuando se juntan los bordes recien cortados. El alcohol precipita la disolucion etérea.

La goma elástica se hincha en el petróleo y absorbe 30 veces su volumen; con el auxilio del calor se disuelve en todas proporciones en el aceite empireumático rectificado que se estrae de la brea de la madera ó del carbon de piedra. Para separar del disolvente las últimas porciones es preciso desecar la goma elástica á el vapor acuoso.

Se disuelve tambien en la esencia de trementina y en algunos otros aceites esenciales; sin embargo estos disolventes dejan despues de la evaporacion cortas cantidades de resina; de modo que la goma elástica queda viscosa por algun tiempo y se vuelve quebradiza cuando se deseca completamente.

Segun LAMPADIUS, se disuelve en 20 partes de sulfuro de carbono. No se altera por el contacto del aire, por el del cloro, por el

del ácido clorohídrico, por el del amoniaco ni por el del ácido sulfuroso. Solo los ácidos sulfúrico concentrado y el nítrico la alteran, aunque con lentitud, descomponiéndose ellos al mismo tiempo.

Cuando se espone la goma elástica á una temperatrra de 120° se funde y permanece untuosa por algun tiempo despues del enfriamiento. Si se la estiende en este estado en capas muy delgadas, se deseca poco á poco; sin embargo la desecacion tarda mucho en ser completa.

La goma elástica pura, separada de la emulsion y privada de las materias estrañas por medio de las lociones, presenta, segun FARADAY, la composicion de un hidrógeno carbonado; la análisis ha dado 87,2 de carbono y 12,8 de hidrógeno.

Se usa con frecuencia la goma elástica para borrar los dibujos hechos con lapiz; para hacer tubos, zapatos y especialmente tegidos impermeables. Estos últimos, inventados por MACINTOSH, se preparan cubriendo una de las caras del tegido que se quiere hacer impermeable con una disolucion espesa de goma elástica, hecha con una mezcla de aceite de brea y de esencia de trementina, por medio de un aparato muy semejante al de que se sirven los farmacéuticos para hacer los esparadrapos. Se comprimen juntamente dos telas preparadas en esta forma y se las deseca en un sitio calentado por medio del vapor acuoso.

Puédense preparar globos muy delgados de goma elástica insuflando con precaucion las botellitas de goma elástica ablandadas por medio del éter.

Productos de la destilacion seca de la goma elástica.—La goma elástica blanca y opaca que se encuentra en el comercio contiene 13,7 por ciento de agua que pierde cuando se la deseca sobre ácido sulfúrico, pero que vuelve á adquirir poco á poco esponiéndola al aire. Sometiéndola á la destilacion, la albumima vegetal que contiene se descompone la primera á una temperatura á la en que la goma elástica se funde sin alterarse. La cantidad de estos primeros productos de la descomposicion es poco considerable; están compuestos de ácido carbónico, de óxido de carbono, de un agua amoniacal y de un aceite fétido soluble en el éter; este aceite se combina con los ácidos, de cuyos compuestos se le puede separar por medio de los álcalis; el aire le descompone con rapidez, asi como tambien sus combinaciones con los ácidos. Se encuentra ademas en el líquido destilado un ácido unido á el amoniaco, que segun HIMLY se asemeja mucho á el ácido piro-múcico.

Despues que han pasado estos productos, es preciso aumentar

el calor, á fin de que hierva la goma elástica; cuando llega este caso se separa inmediatamente la mayor parte del fuego; entonces se observa que pasa primero un aceite amarillento y despues otro de color pardo, y por último á una temperatura muy elevada destila un aceite negro, quedando en la retorta un resíduo carbonoso.

Fraccionando los productos se obtienen unos aceites cuyo punto de ebulicion varia, pero que todos tienen una composicion semejante á la de la esencia de trementina. El aceite mas volátil hierve á 33° y tiene una densidad de 0,654; el menos volátil no destila sino á unos 36° y aun á una temperatura mas elevada segun HIMLY. GREGORY ha observado que tratando el aceite que hierve á 360° por el ácido sulfúrico, se ennegrece la mezcla y se desprende gas ácido sulfuroso, y el agua separa en este caso un aceite cuyo punto de ebulicion es superior á 220°.

HIMLY ha obtenido, fraccionando repetidas veces los productos de la destilacion, un aceite que pasaba entre 140 y 200°; despues de agitar este aceite, primero con 1 parte de ácido sulfúrico y 8 de agua, y luego con una lejía de potasa, le sometió de nuevo á la destilacion, y de este producto solo recojió la porcion que pasaba entre 166 y 170°, que saturó con gas ácido clorohídrico seco disuelto en el alcohol, y volvió á separar por medio del agua, que desecó sobre cloruro de calcio y rectificó varias veces, primero sobre barita y despues sobre potasio.

El aceite asi purificado es la *caoutchina* de HIMLY; esta sustancia destila á 171°, tiene una densidad de 0,842 cuando está líquida y de 4,461 en el de vapor. Espuesta á una temperatura de --39° no se solidífica. Mancha el papel; es casi insoluble en el agua; sin embargo se puede disolver una cantidad considerable de este líquido. El alcohol, el éter y los aceites grasos y esenciales se mezclan con ella en todas proporciones; el potasio no la altera. El agua oxigenada la resinifica; los peróxidos metálicos carecen de accion sobre ella. El ácido sulfúrico anhidro se combina con la caoutchina con produccion de ácido sulfuroso, dando orígen á un ácido que forma una sal insoluble con la barita.

Contiene 88,44 de carbono y 11,56 de hidrógeno $=C_5 H_8$.

El cloro y el bromo se combinan con la caoutchina con produccion de vapores de ácido clorohídrico ó bromohídrico. La *cloro-caoutchina* es poco fluida á la temperatura ordinaria; su densidad es de 1,443. Los carbonatos alcalinos no la descomponen; sometida á la destilacion seca produce ácido clorohídrico. Destilándola con una base se obtiene un aceite menos hidrogenado.

Contiene 70,07 de carbono, 9,57 de hidrógeno y 20,36 de cloro, es decir: $C_{10} H_{18} Cl_2$.

BOUCHARDAT ha tenido colocado en una mezcla frigorífica el último recipiente en que se condensaban los productos de la destilacion de la goma elástica, y ha condensado por este medio un liquido que hervía á una temperatura inferior á 0° é idéntico á el bicarburo de hidrógeno de FARADAY. Este líquido se halla mezclado con otro aceite, la *caoutchena*, que no se volatiliza sino entre 10 y 18°, que se puede obtener cristalizada por medio de una temperatura muy baja. Los cristales se funden á —10°, y destilan á +14°. BOUCHARDAT ha hallado en el primer recipiente un aceite poco volátil que hierve á +315°, y no se concreta por el frio, al que dá el nombre de *heveéna*. Este producto se disuelve en todas proporciones en el alcohol y en el éter, y absorbe el cloro, en cuyo caso adquiere una consistencia cérea. Con los álcalis se espesa y absorbe oxígeno. El ácido sulfúrico concentrado le espesa primero, y despues separa de él un aceite que tiene la mayor analogía con la eupiona.

La heveéna contiene el carbono y el hidrógeno en la misma relacion que el gas oleífico.

RESINAS.

Las *resinas* se encuentran particularmente en las plantas; unas veces fluyen por la corteza de los árboles disueltas en un aceite esencial, constituyendo lo que se conoce con el nombre de *bálsamos* y se desecan al aire; otras ocupan la parte interior del tronco y de la cepa. Encuéntranse tambien las resinas en el reino mineral (*resinas fósiles*), mas es probable que estas deban su origen á los vegetales antidiluvianos.

Está comprobado por la esperiencia que las resinas guardan cierta relacion con los aceites volátiles que las tienen disueltas. Efectivamente, todas las resinas contienen oxígeno y muchas esencias se resinifican al aire absorbiendo este principio. El hecho es incontestable, pero seria avanzar demasiado concluir que las resinas son simples óxidos de las esencias.

Hemos dicho al hablar de los aceites esenciales, que la esencia de trementina y la mayor parte de las demas esencias producen una especie de esplosion cuando se las pone en contacto con el iodo. Este fenómeno es debido á la accion que ejerce este cuerpo sobre el hidrógeno de las esencias, con el cual forma ácido iodohídrico; el hidrógeno que se separa en estas circunstancias se halla reemplazado por una porcion de iodo. Pero el ácido iodohídrico retiene el hidrógeno con poca energia, pues basta el simple contacto con el aire para que se descomponga; mas como el iodo se apodera de cierta cantidad del hidrógeno contenido en las esencias

para sustituirle, es indispensable que este hidrógeno se halle retenido en ellas con menos fuerza todavia que en el ácido iodohídrico; y si la accion del oxígeno del aire es análoga á la del iodo, lo que no puede ponerse en duda, es claro que al resinificarse los aceites esenciales pierden cierta cantidad de hidrógeno que se halla reemplazado por el oxígeno. El hidrógeno que se separa de las esencias en este caso, forma agua que se desprende ó permanece en combinacion con el nuevo producto oxigenado.

Segun esto, las resinas formadas por la accion del aire sobre las esencias, deben contener siempre menos hidrógeno que estas; es decir que la composicion de estas resinas podrá espresarse por la de la esencia, mas oxígeno, menos hidrógeno.

Este hecho se halla demostrado del modo mas palpable por las siguientes analisis de BLANCHET y SELL, TROMMSDORFF y H. ROSE.

	Colofónia. (BLANCHET Y SELL.)		Acido silvico. (J. L. TROMMSDORFF.)		Acido pinico. (H. ROSE.)	Resina de copaiba. (H. ROSE.)
Carbono.	— 80,04	— 79,27	— 79,74	— 79,66	— 79,27	— 79,26
Hidrógeno.	— 10,01	— 10,15	— 9,82	— 9,82	— 10,36	— 10,15
Oxígeno.	— 9,95	— 10,58	— 10,44	— 10,52	— 10,37	— 10,59
	100,00	—100,00	—100,00	—100,00	—100,00	— 100,00

Añadiendo á la fórmula de la esencia de trementina (C_{20} H_{32}) 2 átomos de oxigeno, y á la de la esencia de copaiba (C_{10} H_{16}) 1 de este elemento, tendremos para sus resinas, admitiendo que se forman por la simple absorcion del oxígeno :

		En cien partes.
10	átomos de carbono	79,28
16	— de hidrogeno	10,34
1	— de oxígeno	10,38
		100,00

Mas es fácil de notar que todas las resinas contienen *menos* hidrógeno que el correspondiente á una absorcion de esta naturaleza: como se sabe por otra parte, que cuando se determina el hidrógeno la esperiencia dá siempre un poco *mas* que lo que realmente contiene la materia, nos hallamos conducidos á admitir que las resinas no son simples óxidos de las esencias que les han

dado origen. El oxígeno que existe en ellas ha remplazado cierta cantidad de hidrogeno.

La verdadera fórmula de la colofónia seria segun esto C_{10} H_{14} O, ó segun el peso atómico determínado por H. ROSÉ. C_{40} H_{66} O_4 pero los resultados de la análisis corresponden mas bien á la fórmula C_{40} H_{60} O_4; segun esto, 2 átomos de esencia de trementina 2 C_{20} H_{32}= $C_{40}H_{64}$ deberían haber perdido 4 átomos de hidrogeno, que se hallarían reemplazados por 2 de oxígeno, de modo que resultaría C_{40} H_{60} O_2; cuyo producto debería haber absorbido ademas 2 átomos de oxígeno para dar origen á los ácidos pínico y sílvico, absolutamente como se observa en la trasformacion de la aldehida en ácido acético. Estos datos, aplicados á la constitucion de la esencia de trementina, nos conducen á concluir que el hidrógeno de este cuerpo se halla bajo dos estados diferentes : una parte de este hidrógeno puede ser reemplazada por el oxígeno, en tanto que el resto no puede oxidarse en las circunstancias ordinarias. La fórmula C_{20} $H_{30}+H_2$ espresaria esta diferencia en las funciones del hidrógeno.

Esta fórmula esplicaria tambien hasta cierto punto la propiedad que tiene la esencia de trementina de combinarse con los hidrácidos; efectivamente , representa la esencia de trementina como el hidruro de un radical compuesto susceptible de unirse á los hidrúros de los radicales simples.

Respecto á los cristales que WIGGERS ha llegado á producir en la esencia de trementina, los cuales se ignora hasta el presente si son idénticos á el cuerpo analizado por BLANCHET y SELL, ó al que han examinado PELIGOT y DUMAS, no cabe duda que se forman por la accion del oxígeno del aire ó del ácido nítrico sobre la esencia. Mas por ótra parte, no se puede dudar que sean el hidrato de un óxido nuevo producido por la sustitucion del oxígeno al hidrógeno, y no el hidrato de la misma esencia.

Si la esencia de trementina pudiera combinarse realmente con el agua, se comprende que deberia formar un hidrato tan pronto como encontrase este principio en estado naciente, tal como en la descomposicion del clorohidrato de esencia de trementina por la cal; porque en este caso el ácido clorohídrico se apodera de la cal y forma cloruro de calcio y agua. Mas nada de esto sucede, aun cuando se hallen reunidas todas las condiciones favorables.

Echase de ver que estos cuerpos exigen un estudio atento.

Las resinas se encuentran, como ya hemos dicho, mezcladas con los aceites esenciales: se las estrae de los bálsamos naturales hirviendo estos con agua interin se desprende esencia. La trementi-

Cianuratos de potasa.—Fórmula de la sal con 1 átomo de base fija:

$$Cy_6\ O_3 + \begin{cases} 2\ H_2\ O \\ K\ O \end{cases}$$

El método preferible para prepararla consiste en añadir á una disolucion saturada de ácido cianúrico, é hirviendo, una cantidad de potasa insuficiente para neutralizarla. Esta sal se precipita entonces bajo la forma de cubos blancos y brillantes: es muy poco soluble, y su disolucion acuosa ejerce una reaccion ácida. Si se añade ácido acético ó nítrico por pequeñas, cantidades, á una disolucion acuosa y concentrada de cianato de potasa: el ácido ciánico que se separa se une á parte del cianato de potasa no descompuesto, y se precipita en estado de cianurato de potasa, formando una papilla espesa. Si se disuelve este cianurato en la potasa cáustica, y se añade alcohol, se precipita un cianurato de potasa con 2 átomos de base fija:

$$Cy_6\ O_3 + \begin{cases} 2\ K\ O \\ H_2\ O \end{cases}$$

Esta última sal cristaliza en agujas blancas: su disolucion acuosa obra al modo que los álcalis, y si se la evapora se descompone en potasa libre y en cianurato de potasa con 1 átomo de base fija.

Cianuratos de plata.—Se conocen dos combinaciones del ácido cianúrico con el óxido de plata, que se representan por las fórmulas siguientes:

$$\text{Sal A} = Cy_6\ O_3 + \begin{cases} H_2\ O \\ 2\ Ag\ O \end{cases}$$

$$\text{Sal B} = Cy_6\ O_3 + 3\ Ag\ O$$

Se obtiene la sal A, precipitando una disolucion de cianurato de potasa por el nitrato de plata: el precipitado blanco que resulta, contiene 2 átomos de óxido de plata y 1 de agua de hidratacion; si se le calienta despues de desecado, abandona ácido ciánico hidratado. Se prepara la sal B con 3 átomos de óxido de plata, tratando una disolucion hirviendo de cianurato de amoniaco que contenga un esceso de amoniaco, por otra de nitrato de plata. Esta sal tiene un color blanco; se ennegrece por la accion de la luz: es insoluble en el agua, y muy poco soluble en el ácido nítrico

diluido; á 300° no se descompone, pero si se la calcina desprende ácido carbónico y nitrógeno, y deja un resíduo de cianuro de plata, en el que solo existe la mitad del cianógeno que contiene el cianuro ordinario (Ag_2 Cy_2).

Ciamélida.

Fórmula probable: $C_2 O_2 + N_2 H_2$.
Sinónimo: *ácido cianúrico insoluble.*

El hidrato de ácido ciánico anhidro, recien preparado, se trasforma al poco tiempo en una masa dura y blanca parecida á la porcelana, que es la *ciamélida*: es insoluble en el agua, en los ácidos diluidos, en el alcohol y en el éter; se disuelve en los álcalis cáusticos, y se descompone en amoniaco, cianatos y cianuratos alcalinos. El ácido sulfúrico concentrado la disuelve y descompone, con el ausilio del calor y de los elementos de 2 átomos de agua, en ácido carbónico y en amoniaco. Por la destilacion seca se trasforma en hidrato de ácido ciánico. Estas dos descomposiciones se esplican fácilmente, si se considera que la ciamélida tiene la misma composicion que el ácido ciánico.

COMBINACIONES DEL CIANÓGENO CON EL HIDRÓGENO.

Acido cianhídrico.

Sinónimo: *ácido prúsico.*
Fórmula: $Cy_2 H_2 = C_2 N_2 H_2$.
Composicion:

1 equiv. de cianógeno.	= 329,910 —	96,36
1 equiv. de hidrógeno.	= 12,479 —	3,64
1 equiv. de ácido cianhídrico	= 442,389 —	100,00

El ácido cianhídrico ha sido descubierto por SCHEELE; GAY-LUSSAC ha dado á conocer su naturaleza y propiedades químicas. Existe formado en el agúa destilada que se obtiene con las hojas y flores de varios árboles que producen frutas de hueso. Se forma en la destilacion seca de muchas sustancias nitrogenadas, en la del formiato de amoniaco, por la accion de los ácidos sobre los cianuros alcalinos, y en otras muchas circunstancias.

Se obtiene el ácido anhidro destilando á un calor suave una mezcla formada de 15 partes de ferrocianuro de potasio bien pulverizado, y de 9 de ácido sulfúrico diluido en su peso de agua. Es preciso que el recipiente en que se recoge el producto se halle rodeado de una mezcla frigorífica, y que contenga 5 partes de cloruro de calcio quebrantado. Se suspende la destilacion cuando el cloruro de calcio se encuentra cubierto por el líquido que ha pasado al recipiente; en seguida se le decanta y repone en un frasco, que tape exactamente (TRAUTWEIN).

El ferrocianuro de potasio contiene cianuro de potasio, que se descompone por la accion del ácido sulfúrico diluido, en sulfato de potasa y ácido cianhídrico; este último pasa al recipiente y arrastra un poco de agua, que es absorbida por el cloruro de calcio.

Se obtiene tambien el ácido cianhídrico anhidro, descomponiendo el cianuro de mercurio por el ácido clorohídrico muy concentrado ó por el ácido sulfhídrico privado de humedad.

A la temperatura ordinaria, el ácido cianhídrico es un líquido diáfano; su densidad á 18° es de 0,6967; á — 15° c., se convierte en una masa fibrosa. Hierve á 26°,5; se mezcla en todas proporciones con el agua, el alcohol y el éter. La densidad de su vapor es de 0,9476, que representa 4 volúmenes; el cálculo da el número $\frac{3,7751}{4} = 0,9437$. Enrojece débilmente el tornasol; se inflama con facilidad, y arde con produccion de una llama blanca muy viva; tiene un olor sofocante particular, muy penetrante y análogo al de las almendras amargas; un sabor muy amargo y urente, y su vapor escita el lagrimeo. Es uno de los venenos mas violentos, tanto que, cuando se respira su vapor, ocasiona inmediatamente la muerte. Los contravenenos que deben usarse en este caso son al amoniaco ó una disolucion acuosa de cloro.

Segun SCHULZ, el ácido cianhídrico se solidifica á — 15°, á causa de que contiene una corta cantidad de agua: segun este mismo químico, permanece en estado líquido á — 49°, si se halla completamente exento de agua. Cuando está perfectamente puro, se descompone con suma facilidad, sobre todo por la accion de la luz, y se forma amoniaco y un precipitado de color pardo. Puede evitarse el que se descomponga, añadiéndole una corta cantidad de un ácido estraño. Los ácidos inorgánicos concentrados, en presencia del agua, le descomponen con rapidez en amoniaco y ácido fórmico: 3 átomos de agua y 2 de ácido cianhídrico contienen los elementos de 1 átomo de ácido fórmico y 1 equivalente de amoniaco.

1 equiv. de ácido cianhídrico	$N_2 C_2 H_2$	=	1 equiv. de amoniaco	N_2	H_6
3 equiv. de agua	$H_6 O_3$		1 equiv. de ácido fórmico.		$C_2 H_2 O_3$
	$N_2 C_2 H_8 O_3$				$N_2 C_2 H_8 O_3$

Si se calienta el potasio en el vapor de ácido cianhídrico, se trasforma en cianuro de potasio, y se desprende el hidrógeno del ácido. Cuando se calientan hasta el rojo la cal y la barita cáusticas en el vapor de ácido cianhídrico, le absorben desprendiéndose gas hidrógeno puro: estos óxidos se convierten por esta razon en una mezcla de cianuros y de cianatos. El cloro descompone el ácido cianhídrico en ácido clorohídrico y cloruro de cianógeno.

Acido cianhídrico acuoso. Este ácido, del cual se hace uso en medicina, se prepara descomponiendo por el ácido sulfhídrico una disolucion de 1 parte de cianuro de mercurio en 8 de agua. Si la disolucion contiene un esceso de hidrógeno sulfurado, se le neutraliza por el carbonato de plomo y se filtra: el líquido claro que resulta, contiene proximamente $\frac{1}{40}$ de ácido cianhídrico anhidro. Por la descomposicion del cianuro de mercurio, el líquido toma un color tan negro como la tinta, y para que se aclare hay que añadir, por lo comun, algunas gotas de un ácido inorgánico. El líquido contiene ordinariamente una pequeña cantidad de ácido sulfocianhídrico.

Segun GEIGER, se le obtiene en el mismo estado de concentracion y perfectamente puro, destilando 4 partes de ferrocianuro de potasio con 18 de agua y 2 de ácido sulfúrico hidratado. Se colocan en el recipiente 20 partes de agua, y se continúa la destilacion hasta que estas 20 partes hayan aumentado 18, ó lo que es lo mismo hasta que haya en el recipiente 38 partes de líquido. La destilacion se ejecuta perfectamente en un baño de cloruro de calcio. Para conocer cuándo se ha de suspender la destilacion, se usa como recipiente un frasco cilíndrico, en el que se ha señalado de antemano el punto á donde llegan las 38 partes de agua.

Para preparar el mismo ácido, CLARK prescribe que se disuelva 1 parte de ácido tártrico cristalizado en 40 de agua, y que se añada $2\frac{2}{3}$ partes de cianuro de potasio reducido á gruesos fragmentos. Es preciso que la mezcla permanezca á una temperatura muy baja, y agitarla de tiempo en tiempo. El ácido que resulta por este medio contiene 3 por ciento de ácido cianhídrico anhidro, y $2\frac{1}{2}$ ó 3 granos de tartrato ácido de potasa por onza.

Para preparar el ácido cianhídrico, de que se hace uso en me-

dicina, se mezcla, segun MAGENDIE, 1 volúmen de ácido cianhídrico anhidro con 6 de agua; ó en peso, 1 parte de ácido cianhídrico anhidro con 8 ½ de agua.

Las propiedades del ácido cianhídrico disuelto en el agua son enteramente semejantes á las que presenta en estado anhidro; el olor, el sabor y la accion venenosa varian segun el grado de concentracion. Cuando está perfectamente puro, se descompone con tanta facilidad como el ácido anhidro, en cuyo caso adquiere primero un color pardo y despues negro.

Modo de preparar un ácido cianhídrico de la concentracion que se desea.—Por ninguno de los métodos que se han propuesto para preparar este ácido, tan enérgico y tan peligroso, por medio de la destilacion, nunca se le obtiene con igual concentracion; aunque no se omita la menor precaucion, solo resulta un producto que contiene los ⅘ del ácido anhidro, que deberia existir en él segun el cálculo. Esta pérdida proviene á no dudar de la mucha volatilidad de este cuerpo, ó si se le ha preparado con el ferrocianuro de potasio, á que una parte de la potasa queda en estado de cianuro de potasio combinada con el cianuro de hierro. Por consiguiente es preferible preparar un ácido mas concentrado, determinar por medio de ensayos la cantidad de ácido anhidro que contiene, y añadirle despues agua hasta tanto que tenga el grado de concentracion que se prescribe en la farmacopea del pais.

Para esto, se introducen en una retorta 2 partes de ferrocianuro de potasio, 1 de ácido sulfúrico concentrado y 2 de agua; se la coloca en un baño de cloruro de calcio, y se destila la materia hasta sequedad. Se recoge el producto en un aparato convenientemente enfriado que contenga 2 partes de agua. Despues de terminarse la operacion, se obtienen 4 ó 4 ½ partes de líquido, en el que la cantidad de ácido anhidro varía entre 16 y 20 por ciento, segun la temperatura á que ha estado espuesto el recipiente. Veamos ahora cómo se determina la cantidad real de ácido que existe en un ácido cianhídrico cualquiera.

Se pesan 60 granos del producto obtenido, en un frasco que contenga una disolucion diluida de nitrato de plata; despues de cerciorarse por la adicion de una corta cantidad de nitrato de plata, de que todo el ácido cianhídrico se ha precipitado, se recoge sobre un filtro pesado el cianuro de plata producido, se lava bien, deseca y determina su peso: el esceso de peso del filtro representa la cantidad de precipitado. Tres partes del precipitado corresponden á 1 de ácido cianhídrico. Asi es que, por ejemplo, si se han obtenido 52 granos de cianuro de plata, 60 granos del ácido cianhídrico ensa-

yado contendrán 10,4 granos de ácido anhidro y 49,6 de agua.

Supongamos ahora que se quiere preparar, segun la prescripcion de una farmacopea cualquiera, un ácido cianhídrico que contenga 3 por ciento de ácido anhidro, y de consiguiente 97 por ciento de agua; será preciso, haciendo uso del ácido cianhídrico obtenido, y cuya cantidad real de ácido nos es ya conocida, calcular del modo siguiente: si para 3 partes de ácido cianhídrico se necesitan 97 de agua, para 10,4 de ácido cianhídrico se necesitará x; es decir $\frac{97 \times 10,4}{3} = 336,2$. De consiguiente es preciso añadir 336,2 partes de agua á 10,4 de ácido cianhídrico anhidro, para que el producto contenga 3 por ciento de ácido anhidro. Pero como el ácido en cuestion contiene 10,4 de ácido anhidro y 40,6 de agua, para reducirle al grado de concentracion que se desea, es preciso añadir á cada 60 granos $336,2 - 49,6 = 286,6$ granos de agua.

Este método sirve tambien para reconocer la cantidad real de un ácido cianhídrico cualquiera. 100 granos de un ácido cianhídrico que contenga 3 por ciento de ácido anhidro, producen 15 granos de cianuro de plata, cuando se le trata por el nitrato de esta base.

Este procedimiento es independiente de todas las circunstancias que pudieran influir en la eficacia de este medicamento; al mismo tiempo, es tan sencillo que cualquiera puede ejecutarle con la mayor facilidad y llegar á obtener resultados exactos.

Modo de determinar la cantidad de ácido anhidro que contiene el ácido cianhídrico que se usa en medicina.—Para que el ácido cianhídrico diluido y el anhidro puedan conservarse, es preciso que contengan una cortísima cantidad de un ácido inorgánico cualquiera: así es que, cuando se observa que enrojece débilmente el tornasol y que el color no desaparece, no es una razon para que le desechemos como producto impuro. Por lo demas, debe ser diáfano, y no dejar un resíduo sólido cuando se le evapora; no ha de precipitar en negro por el hidrógeno sulfurado, pues si esto sucediese nos indicaria que contiene una sal de plomo ó de mercurio.

Para determinar la cantidad de ácido anhidro que existe en un ácido cianhídrico, lo mejor es seguir el método que hemos indicado, haciendo uso del nitrato de plata, ó si no puede tambien emplearse el óxido rojo de mercurio, que se disuelve en frio en el ácido cianhídrico, y forma cianuro de mercurio. Para esto, se vierte una gota de una disolucion de potasa cáustica en el ácido cianhídrico que se quiere ensayar, y se añade al líquido óxido de mercurio en polvo y pesado: 4 partes de óxido de mercurio disuelto corresponden á 1 de ácido cianhídrico anhidro.

Hay otro método para conseguir este mismo objeto, que consiste en hacer uso del sulfato de hierro, pero debe abandonarse completamente.

Para conocer si el ácido cianhídrico acuoso se halla suficientemente puro, se le mezcla con amoniaco y se le evapora en baño de maría, en cuyo caso no debe dejar mas de ¼ por ciento de resíduo sólido. Si este resíduo pardea por la accion del calor, es prueba de que el ácido cianhídrico contenia ácido fórmico, el que ademas puede reconocerse por medio de los reactivos ordinarios que se usan para descubrir este último, y que indicaremos al ocuparnos de él. Se reconoce el ácido sulfúrico por medio de las sales de barita, y el ácido clorohídrico, evaporando el ácido acuoso en baño de maría hasta que no se perciba el olor particular del ácido cianhídrico, y añadiendo entonces al resíduo una sal de plata.

Si la cantidad de los ácidos estraños que existe en el ácido cianhídrico es muy considerable, se le puede privar de ellos, rectificándole con precaucion con creta; no obstante es preciso añadir entonces al producto destilado algunas gotas de ácido sulfúrico ó clorohídrico para que pueda conservarse.

Cianhidrato de amoniaco ó cianuro de amonio.

Fórmula: $Cy_2\ Ad\ H_4 = Cy_2\ H_2 + N_2\ H_6$.

Se obtiene este compuesto destilando una sal de amoniaco desecada con un cianuro metálico, ó saturando el ácido cianhídrico anhidro por el gas amoniaco. Es casi tan volátil como el ácido cianhídrico, y se descompone inmediatamente cuando se le disuelve en agua; tiene un olor particular, muy fuerte y penetrante, y es un veneno violento.

Cianuros metálicos.

Los óxidos metálicos, cuyo metal tiene una débil afinidad para el oxígeno, se descomponen en presencia del ácido cianhídrico en agua y cianuro metálico: los óxidos de mercurio, de plata y de paladio se hallan en este caso. Si la descomposicion se efectúa sin la presencia del agua, va acompañada de un desprendimiento tan considerable de calor, que frecuentemente hay esplosion. Los óxidos alcalinos, disueltos en agua, se combinan con el ácido sin descomponerse, y conservan su reaccion alcalina; la disolucion tiene el olor del ácido cianhídrico. Las combinaciones de esta clase se

descomponen inmediatamente en agua y cianuro metálico, cuando se añade á su disolucion otro cianuro con el cual puedan formar combinaciones dobles.

Si se pone el ácido cianhídrico en contacto con el óxido de cobre, se obtiene un bicianuro correspondiente al bióxido de cobre, el cual se descompone poco á poco en cianógeno y protocianuro; en presencia del peróxido de plomo, el ácido cianhídrico forma protocianuro de plomo y queda cianógeno en libertad.

Las combinaciones que produce el cianógeno con la plata, el mercurio y la mayor parte de los metales pesados no se descomponen por los oxácidos diluidos, y resisten por bastante tiempo á la accion del ácido nítrico concentrado é hirviendo; los ácidos clorohídrico y sulfúrico las descomponen muy fácilmente en ácido cianhídrico y cloruro ó sulfuro metálico. Los cianuros de plata, de mercurio, etc., se descomponen por el calor, como los óxidos correspondientes, en cianógeno y metal; los cianuros de los metales que no pueden reducirse por solo la accion del calor, se descomponen por la influencia de este agente en nitrógeno y en un carburo metálico.

Los cianuros alcalinos pueden esperimentar una temperatura elevada, sin que se descompongan, siempre que se hallen á cubierto del aire y de la humedad.

Todos los cianuros insolubles de los metales no alcalinos, se pueden obtener tratando el acetàto del metal por el ácido cianhídrico,

Todos los cianuros descomponibles se trasforman por la accion de un esceso de ácido clorohídrico ó por el hidrato de potasa, en cloruro ó en óxido metálico, amoniaco y ácido fórmico. Lo mismo sucede con los cianuros alcalinos cuando se les hierve con un esceso de álcali. Todos los cianuros metálicos, cuyos óxidos correspondientes no retienen el ácido carbónico al calor rojo, producen, cuando se les calcina con el óxido de cobre, volúmenes de nitrógeno y de ácido carbónico en la relacion de 1 á 2.

Cianuro de potasio.

Fórmula: Cy_2 K.

Composicion:

1 equivalente de cianógeno	= 320,91 —	40,24
1 átomo de potasio	= 489,92 —	59,76
1 átomo de cianuro de potasio	= 810,83 —	100,00

Se forma directamente cuando se calienta el potasio en una corriente de cianógeno; se obtiene tambien calcinando una mezcla de potasio con sustancias nitrogenadas anhidras, ó bien calentando las sustancias carbonadas y nitrogenadas con carbonato de potasa.

Puede obtenerse igualmente sobresaturando una disolucion concentrada de potasa cáustica, recien preparada, por el ácido cianhídrico, é hirviendo despues el líquido en una retorta hasta que se observa que principia á cristalizar, en cuyo caso se vierte la masa en una cápsula de porcelana, y se la funde al calor rojo oscuro. Hay otro método mejor, que consiste en pulverizar con cuidado el prusiato de potasa amarillo y seco, calentarle hasta el rojo cereza en un vaso de hierro tapado, dejarle enfriar al abrigo del contacto del aire, quebrantar la masa semi-fundida y porosa que resulta, y echarla en un embudo de vidrio; despues se humedece con espíritu de vino y se la lixivia con agua fria. El primer líquido incoloro y concentrado que se obtiene, se debe evaporar con rapidez hasta sequedad, y fundir despues la masa en una cápsula de porcelana. Se puede tambien digerir la masa fundida en alcohol diluido é hirviendo, el que deja depositar por el enfriamiento el cianuro de potasio perfectamente puro. El alcohol de 60 centesimales disuelve á la temperatura de la ebulicion una cantidad considerable de cianuro de potasio, que abandona casi completamente por el enfriamiento. Si el alcohol de que se ha hecho uso tiene mas ó menos grados que los indicados, el cianuro de potasio queda disuelto en él aun despues de enfriado.

Segun WIGGERS, se obtiene tambien el cianuro de potasio, haciendo llegar los vapores de ácido prúsico que se desprenden cuando se destila una mezcla de ferrocianuro de potasio y ácido sulfúrico, á una disolucion alcohólica y concentrada de potasa; cuando la disolucion está saturada, el cianuro de potasio se precipita bajo la forma de un polvo cristalino.

Propiedades.

El cianuro de potasio, si está bien cristalizado, es incoloro y trasparente. Cristaliza en cubos ó en otras formas, que se derivan del cubo; es incoloro, de sabor ácre, cáustico, picante, alcalino y algo parecido al de las almendras amargas; se funde con facilidad y se convierte en un líquido incoloro y trasparente: no se altera al calor rojo blanco, siempre que no se halle en contacto con el aire; en presencia del oxígeno, se trasforma en cianato de potasa. Los cristales pierden su transparencia al aire y se delicuescen en

una atmósfera húmeda. Es muy soluble en el agua la disolucion, se descompone al aire por el ácido carbónico, y adquiere el olor del ácido prúsico; se descompone tambien, pasado cierto tiempo, aun cuando se la conserve en frascos que tapen exactamente.

Cuando se disuelve el cianuro de potasio en agua, se descompone y se convierte en cianhidrato de potasa; evaporando la disolucion con un esceso de potasa, abandona todo el nitrógeno que contenia constituyendo el amoniaco y queda formiato de potasa.

Caractéres de su pureza.

Siempre que una disolucion de cianuro de potasio hace efervescencia con los ácidos, es señal de que contiene carbonato de potasa; el color amarillo nos indica la presencia del hierro; si se ennegrece por la calcinacion, es prueba de que se halla mezclada con formiato de potasa.

Cianuro de sodio.

Su fórmula es: $Cy_2\,Na$.

La preparacion y las propiedades del cianuro de sodio son las mismas que las del cianuro de potasio.

Cianuro de zinc.

Fórmula: $Cy_2\,Zn$.

1 equivalente de cianógeno	= 329,91
1 átomo de zinc	= 403,23
1 átomo de cianuro de zinc	= 733,14

Preparacion.

Se prepara disolviendo el zinc en el ácido acético por medio del calor, y añadiendo despues á esta disolucion ácido cianhídrico puro hasta que deje de formarse precipitado; en seguida se lava éste y se le deseca.

Propiedades.

El cianuro de zinc es un polvo sumamente blanco, insípido, insoluble en el agua y en el alcohol, soluble en el amoniaco, y se disuelve en el ácido clorohídrico diluido con desprendimiento de ácido cianhídrico.

Cianuro de hierro.

Su fórmula es: Cy_2 Fe.

1 equivalente de cianógeno	= 329,91
1 átomo de hierro	= 339,21
1 átomo de cianuro de hierro	= 669,12

Esta combinacion, que corresponde al protóxido de hierro, y que es tan notable por la propiedad que tiene de formar con otros cianuros, combinaciones dobles de una especie particular, no puede obtenerse aislada. Si se mezcla una sal de protóxido de hierro con una disolucion de cianuro de potasio, se forma un precipitado abundante de color rojo anaranjado, que se disuelve en un esceso de cianuro de potasio; el líquido es amarillo y contiene ferrocianuro de potasio. Cuando se calcina el ferrocianuro de amonio, se desprende el cianuro de amonio, y queda un polvo gris amarillento, insoluble en el agua, que se cree sea cianuro de hierro. Segun ROBIQUET, se obtiene tambien esta combinacion, poniendo en digestion en un frasco bien tapado el azul de Prusia recien preparado, con una disolucion saturada de ácido sulfhídrico: el azul de Prusia se vuelve blanco y en el líquido queda ácido cianhídrico (BERZELIUS).

Las propiedades que presentan estos diversos productos, se diferencian bastante para que podamos considerarlos como idénticos.

Cianuro ferroso-férrico.

Su fórmula es: $Cy_2 Fe_6 + Cy Fe$, 4 *aq.* (PELOUZE).

Esta combinacion corresponde al óxido magnético. Se obtiene, segun PELOUZE, haciendo pasar una corriente de cloro por una disolucion hirviendo de ferrocianuro ó de ferricianuro de potasio; se precipita un polvo verde, que se hierve despues en 8 á 10 partes de ácido clorohídrico concentrado, á fin de disolver el peróxido de hierro y el azul de Prusia, y queda un polvo verde que, lavado y desecado en el vacío, constituye esta combinacion intermedia. Si se le espone á una temperatura de 180°, pierde agua, cianógeno, un poco de ácido cianhídrico, y toma un color azul purpúreo oscuro. En contacto con una disolucion de potasa cáustica, se trasforma en peróxido de hierro insoluble, y en una mezcla de ferro y de ferricianuro de potasio.

Cianido de hierro.

Hasta el presente no se conoce esta combinacion en estado de pureza. Si se trata una disolucion de ferricianuro de potasio por el fluosiliciuro de hierro, se forma un precipitado de fluosiliciuro de potasio, y queda un líquido de color pardo oscuro y de sabor astringente, que se vuelve azul cuando se le evapora, y deja un resíduo de azul de Prusia. Hace parte de un número considerable de cianuros dobles.

Cianuro de cobalto.

Se obtiene bajo la forma de un precipitado pardo claro, cuando se trata una disolucion de acetato de cobalto por el ácido cianhídrico.

Cianuro de mercurio.

Fórmula: $Cy_2 Hg$.

1 equivalente de cianógeno	=	329,91
1 átomo de mercurio	=	1265,82
1 átomo de cianuro de mercurio	=	1595,73

Preparacion.

Se obtiene añadiendo óxido rojo de mercurio bien pulverizado al ácido cianhídrico diluido, hasta que haya perdido su olor; el líquido abandona por la evaporacion cristales perfectamente puros de cianuro de mercurio. El ácido de que se hace uso en esta operacion, es el obtenido por el método de GEIGER; se le introduce en un vaso que pueda taparse de un modo conveniente, y se facilita el que se combine con el óxido de mercurio por medio de la agitacion. Debe tenerse presente en este caso, que solo se forma la combinacion cuando hay la suficiente cantidad de agua para que pueda disolverse el cianuro que se produce; por lo tanto, si el mercurio no se ha disuelto completamente, es preciso añadir una nueva cantidad de agua. Se prepara tambien disolviendo 2 partes de ferrocianuro de potasio en 15 de agua hirviendo, añadiendo 3 partes de sulfato de deutóxido de mercurio bien seco, é hirviendo la mezcla por espacio de un cuarto de hora; se filtra en seguida el líquido y el cianuro cristaliza por el enfriamiento. Evaporando las aguas madres se obtiene una nueva cantidad de cianuro: se las

puede tambien evaporar hasta sequedad y separar todo el cianuro por medio del alcohol hirviendo. Los cristales que resultan de la primera disolucion, deben purificarse por una nueva cristalizacion. Fácil es calcular lo que pasa en esta operacion; 2 átomos de cianuro de potasio del ferrocianuro y otros 2 de sulfato de mercurio, se descomponen recíprocamente y resulta cianuro de mercurio y sulfato de potasa, en tanto que el cianuro de hierro se precipita.

Propiedades.

Cristaliza en prismas regulares de 4 ó 6 planos, incoloros, trasparentes, anhidros é inalterables al aire; su sabor es nauseabundo, corrosivo y metálico. Es un veneno muy violento. Se disuelve en 8 partes de agua á la temperatura ordinaria, algo mas á la de la ebulicion, y es soluble en el alcohol. El óxido de mercurio descompone todos los cianuros; separa el óxido metálico, y forma cianuros dobles de mercurio y de otros metales. Si se hierve una disolucion de cianuro de mercurio con óxido de mercurio, disuelve un esceso de este (3 átomos, segun KUHN), y el líquido deposita por la evaporacion unas agujitas cortas, cuya disolucion en el agua egerce una reaccion alcalina sobre el tornasol. Esta combinacion es mas soluble que el cianuro ordinario. Cuando se prepara el cianuro de mercurio debe tenerse sumo cuidado en que no se forme esta materia; pues de lo contrario solo se obtendria una masa salina, blanca y confusa. Para remediar este inconveniente, es preciso añadir ácido prúsico hasta que el olor nos indique que hay un esceso.

Hasta el presente ignoramos si existe el cianuro que corresponde al protóxido. Si se trata una sal de protóxido de mercurio por el ácido cianhídrico ó por un cianuro soluble, se precipita inmediatamente mercurio metálico, y se forma el cianuro de mercurio, que corresponde al bióxido, al que deberia darse el nombre de cianido de mercurio.

Cianuro de plata.

Su fórmula es: $Cy_2\ Ag$.

Preparacion.

Si se trata una sal de plata soluble por el ácido prúsico, se obtiene esta combinacion bajo la forma de un precipitado coaguloso, muy blanco.

Propiedades.

Todos los hidrácidos le descomponen; los ácidos inorgánicos no le alteran sino con dificultad; el ácido nítrico concentrado é hirviendo le disuelve y descompone. Las disoluciones de los álcalis cáusticos fijos no egercen accion sobre él; pero se disuelve fácilmente en el amoniaco.

Se disuelve con facilidad en una disolucion concentrada de nitrato de plata, y forma con esta sal una combinacion cristalina, que se descompone en contacto con el agua. Se disuelve tambien en los cloruros alcalinos, y forma cianuros dobles con todos los demas cianuros metálicos.

Cianuro de paladio.

La fórmula del cianuro de paladio es: $Cy_2\ Pd$.

El paladio es el metal que tiene mas afinidad con el cianógeno. Se prepara esta combinacion tratando una sal de protóxido de paladio por el ácido prúsico ó por un cianuro metálico soluble; el precipitado que resulta es de color leonado, y cuando contiene cobre presenta un viso verdoso. Forma sales dobles con el amoniaco, el cianuro de potasio y el nitrato de paladio.

Cianuro de oro.

El cianuro de oro se representa por la fórmula: $Cy_6\ Au_2$.

Se produce esta combinacion disolviendo el oro en el agua régia, evaporando el líquido hasta sequedad, á fin de separar el ácido libre, redisolviendo el resíduo en agua y añadiendo una disolucion recien hecha de cianuro de potasio: debe tenerse cuidado en esta operacion de que quede un pequeño esceso de cloruro de oro sin descomponer. El precipitado blanco amarillento de cianuro de oro se le debe lavar bien y desecar. Si se añade al cloruro de oro un esceso de cianuro de potasio, disuelve el precipitado que se forma, y comunica á el líquido un color amarillo naranjado: en este caso se puede obtener todo el cianuro de oro, vertiendo en el líquido algunas gotas de un ácido cualquiera. Se puede preparar tambien el cianuro de oro, de que se hace uso en medicina hace algun tiempo, añadiendo á una disolucion de oro en el agua régia preparada con 16 partes de este metal, otra disolucion hirviendo de 24 partes de cianuro de mercurio: evaporando despues la mezcla hasta sequedad y lavando la materia, queda por resíduo el cianuro

de oro. No existe el cianuro de oro correspondiente al protóxido.

COMBINACIONES DOBLES DEL CIANÓGENO CON LOS METALES.

Todos los cianuros metálicos insolubles (de los metales propiamente dichos), se combinan con los cianuros metálicos solubles (de los metales alcalinos), y forman combinaciones dobles que, por lo general, cristalizan y se parecen respecto á sus propiedades á las que producen los sulfuros metálicos solubles con los sulfuros insolubles. Asi es que, por ejemplo, el cianuro de oro, el de paladio, el de plata, el de nikel, el de zinc, el de cobre, etc., se disuelven fácilmente en el cianuro de potasio y en el de sodio; estas disoluciones son amarillas, ó bien carecen de color, y no se descomponen ó alteran ni por los carbonatos alcalinos ni por los cloruros metálicos. Los ácidos precipitan el cianuro insoluble descomponiendo el cianuro alcalino. Si se mezcla una combinacion doble de cianuro de potasio ó de sodio con otra sal, que tenga por base el óxido de un metal propiamente dicho, se forma, por lo comun, una nueva combinacion insoluble, en la cual el metal alcalino se halla reemplazado por un equivalente del metal propiamente dicho. Si se trata el cianuro doble de potasio y de plata, $Cy_2\,Ag + Cy\,K$, por el acetato de plomo $\overline{A} + Pb\,O$, se forma el cianuro doble de plata y de plomo, $Cy_2\,Ag + Cy_2\,Pb$, y acetato de potasa. Los cianuros alcalinos forman tambien muchas combinaciones dobles con los ioduros, cloruros y bromuros insolubles; recíprocamente algunos cloruros solubles producen combinaciones análogas con los cianuros insolubles.

Las combinaciones dobles de cianuro de hierro y de cianido de hierro y de cobalto se conducen de un modo particular con los otros cianuros metálicos, y sobre todo con el ácido cianhídrico. Las combinaciones con el ácido cianhídrico son solubles en el agua, enrojecen de un modo estable el tornasol, descomponen los carbonatos con desprendimiento de gas, y tienen la propiedad, de que carece el ácido cianhídrico, de neutralizar completamente los álcalis.

El ácido prúsico pierde completamente sus propiedades venenosas en estas combinaciones; no puede descubrirse el hierro con quien se halla combinado, ni por los álcalis ni por los sulfuros solubles, ni por ninguno de los demas reactivos ordinarios.

Constitucion de las combinaciones dobles de cianógeno y de hierro.

Suponemos que estas combinaciones contienen un radical

complejo, cuya composicion en 100 partes es la misma que la del cianógeno, pero que su peso atómico es tres veces mayor. Este radical se halla combinado con 1 equivalente de hierro, y forma un ácido bibásico cuando se une á 2 equivalentes (4 átomos) de hidrógeno: daremos al primero el nombre de *ferrocianógeno*, y al segundo el de *ácido ferrocianhídrico*; las combinaciones del radical con los metales, correspondientes á los grados inferiores de oxidacion, serán los ferrocianuros, y las que corresponden á los grados superiores serán los ferrocianidos.

Ferrocianógeno.

El ferrocianógeno está compuesto de:

6 át. de carbono 6 át. de nitrógeno	} = 3 eq. = 6 át. de cianógeno =	989,73
1 át. de hierro	=	339,21
1 át. de ferrocianógeno	=	1328,94

El signo de esta combinacion es: Cfy.
Segun esto, las fórmulas siguientes espresan:

$Cfy + 4\,H$	ácido ferrocianhídrico.
$Cfy + 2\,K$	ferrocianuro de potasio.
$Cfy + Ca\ \left\{\begin{matrix}K\\Ba\end{matrix}\right.\left\{\begin{matrix}K\\Ag\end{matrix}\right.\left\{\begin{matrix}K\\Mg\end{matrix}\right.$	ferrocianuro con dos bases diferentes.
$2\,Cfy + \begin{matrix}3\,Fe\\K\end{matrix}$	ferrocianuro de potasio y de hierro.
$3\,Cfy + 2\,Fe_2$	azul de Prusia.
$3\,Cfy + \begin{matrix}2\,Fe_2\\Fe_2\,O_3\end{matrix}$	azul de Prusia básico.
$2\,Cfy + \begin{matrix}Fe_2\\K\end{matrix}$	azul de Prusia soluble.
$2\,Cfy + \begin{matrix}3\,Zn\\K\end{matrix}$	ferrocianuro de zinc y de potasio.

Acido ferrocianhídrico.

Su fórmula es: $Cfy\ H_4$; por consiguiente está compuesto de:

1 át. de ferrocianógeno	=	1328,940 —	98,14
2 equiv. de hidrógeno (4 átomos)	=	24,959 —	1,86
1 át. del ácido anhidro hipotético	=	1353,899 —	100,00

Preparacion.

Este ácido ha sido descubierto por PORRETT. BERZELIUS propone el método siguiente para prepararle: se descompone por el hidrógeno sulfurado el ferrocianuro de plomo ó el de cobre recien obtenido, se filtra el líquido á fin de separar el sulfuro que se forma, y se le evapora en el vacío, sobre el ácido sulfúrico concentrado. Segun ROBIQUET se prepara tratando en frio el azul de Prusia, perfectamente puro, por diez veces su volúmen de ácido clorohídrico concentrado; cuando se observa que ha perdido su color azul, se lava la parte insoluble amarillenta ó parda con ácido clorohídrico; en seguida se estiende la masa húmeda sobre un ladrillo, y se la deseca debajo de una campana, dentro de la cual se ha puesto cal viva: despues se la disuelve en el alcohol y se evapora la disolucion al aire libre.

Propiedades.

Este ácido se presenta bajo la forma de una masa blanca compuesta de cristales confusos, de granos ó de agujitas, la cual toma un color azul en contacto con el aire; la disolucion acuosa de estos cristales se descompone por la ebulicion en ácido cianhídrico, y en un precipitado blanco que se vuelve tambien azul al aire. Ya hemos indicado las propiedades químicas de este ácido, cuyo radical no puede aislarse (segun todas las probabilidades).

Ferrocianuro de amonio.

Su fórmula es: Cfy, $2\ Ad\ H_4$, $3\ aq$.

Preparacion.

Se conoce tambien con los nombres de ferrocianhidrato ó ferroprusiato de amoniaco.

Se obtiene calentando una mezcla de ferrocianuro de plomo y de carbonato de amoniaco, filtrando el líquido para separar el carbonato de plomo y evaporándole hasta que cristalice.

Propiedades.

Esta sal es isomorfa con el ferrocianuro de potasio; sus cristales son blancos, ó blanco-amarillentos, trasparentes, inalterables al aire, muy solubles en el agua fria é insolubles en el alcohol. En

contacto con el agua hirviendo se descompone en cianuro de amonio y cianuro de hierro. Forma con el cloruro de amonio una sal doble, que se obtiene disolviendo partes iguales de ferrocianuro de potasio y de clorohidrato de amoniaco en 6 partes de agua, é hirviendo el líquido: despues de separar el cianuro de hierro que se produce, se deposita por el enfriamiento bajo la forma de largos cristales amarillentos, frágiles é inalterables al aire. Segun BUNSEN, esta sal contiene pesos atómicos iguales de ferrocianuro y cloruro de amonio, mas 3 átomos de agua.

Acido ferrocianhídrico y óxidos metálicos.

Cuando se tratan los óxidos metálicos por el ácido ferrocianhídrico, su oxígeno forma agua con el hidrógeno del ácido, y resulta una combinacion del metal con el radical del ácido. Como que en 1 átomo de este ácido existen 4 de hidrógeno, se sigue naturalmente que se combina con 2 átomos de la mayor parte de los óxidos metálicos que contienen 1 átomo de oxígeno en 1 átomo de óxido. Daremos á estas combinaciones el nombre de ferrocianuros ó ferrocianidos.

Todos los ferrocianidos, sin escepcion, se descomponen al calor rojo, aun al abrigo del aire. Los que contienen un metal alcalino, producen en este caso un cianuro del metal alcalino, una combinacion de carbono y de hierro, y nitrógeno que se desprende; todos los demas dan por resultado carburos metálicos y metales, con ó sin desprendimiento de cianógeno. Todos los ferrocianuros solubles se descomponen cuando se les hierve con el óxido de mercurio, y resulta cianuro de mercurio, cianuro de hierro, y álcali que queda en libertad. Calcinando al aire libre los ferrocianidos de potasio ó de sodio, se descomponen en cianatos alcalinos y en sesquióxido ó carburo de hierro.

Estas combinaciones contienen generalmente cierta cantidad de agua de cristalizacion que pierden por medio del calor. BUNSEN ha observado que los ferrocianuros de zinc, de cobre y de mercurio se unen á el amoniaco, y forman combinaciones dobles que, por lo comun, son cristalizables. Casi todas las combinaciones del ferrocianógeno se disuelven sin descomponerse en el ácido sulfúrico concentrado, ó bien forman con este último cuerpo nuevas combinaciones salinas perdiendo su color, y en las que el ferrocianuro hace veces de base. El ácido nítrico las descompone tambien, y las mas veces hay en este caso desprendimiento de cianógeno y formacion de ferricianuros.

Si se trata, á la temperatura de la ebulicion, los ferrocianuros solubles por otros ácidos diluidos, se separa el ácido ferrocianhídrico y se descompone en ácido cianhídrico que se desprende y en cianuro de hierro que retiene potasio: este último tiene un color blanco, pero cuando se le espone al aire absorbe oxígeno y le adquiere azul.

Ferrocianuro de potasio.

Fórmula: *Cfy*, 2 K, 3 *aq*.

1 equiv. de ferrocianógeno	= 1328,94	—	50,07
2 át. de potasio	= 979,83	—	37,11
1 át. de ferrocianuro de potasio anhidro	= 2308,77	—	87,18
3 át. de agua	= 337,44	—	12,82
1 át. de la sal cristalizada	= 2646,21	—	100,00

Preparacion.

El comercio nos suministra esta combinacion casi perfectamente pura. Se prepara en grande calcinando á el calor rojo ciertas materias nitrogenadas, tales como las astas ó la sangre desecada, con 2 ó 3 partes de carbonato de potasa: la operacion se ejecuta en vasos de hierro ó en hornos de reverbero. Cuando la masa aparece perfectamente líquida, se la deja enfriar, se la trata despues por el agua hirviendo y se filtra el líquido, el cual cristaliza fácilmente. Se prepara esta sal en pequeño hirviendo una mezcla de azul de Prusia y de carbonato de potasa.

Teoría.

Cuando se funden las materias nitrogenadas con el carbonato de potasa, el carbono reduce el potasio á el calor rojo, y forma por su reaccion sobre el resto de las materias nitrogenadas, cianuro de potasio, que es el producto dominante. La masa que ha sido fundida á esta temperatura no contiene ferrocianógeno, pero sí una cantidad considerable de hierro y de carburo de este metal, bajo la forma de un polvo muy dividido que queda en suspension. Lixiviando esta masa con agua fria y evaporando el líquido, no se obtiene ferrocianuro de potasio; pero si se la calienta ligeramente y por espacio de bastantes horas en contacto con el agua y el aire

se nota que absorbe con avidez el oxígeno, y el líquido toma un color amarillo, en cuyo caso contiene mucho ferrocianuro de potasio. Esto es debido á que cuando una disolucion de cianuro de potasio en el agua destilada se halla en contacto con el hierro metálico dividido, absorbe con suma rapidez el oxígeno el aire, pasa al estado de óxido de potasio, y disuelve el metal; el potasio del cianuro cede al hierro el cianógeno con que se hallaba combinado, y le trasforma en cianuro, que adquiere por esta razon la propiedad de unirse á el cianuro de potasio no descompuesto, y forma con él el ferrocianuro de potasio. Si se impide el contacto del aire, el hierro se disuelve con desprendimiento de hidrógeno.

La masa fundida que resulta, contiene una cantidad considerable de potasa libre, que por la ebulicion descompone el cianuro de potasio en formiato de potasa y amoniaco. Cuando se funde la materia animal con potasa, en vasos abiertos, una parte se convierte en cianato de potasa, que se descompone tambien por la ebulicion en amoniaco y en bicarbonato de potasa. La cantidad de amoniaco que se forma en esta operacion, está siempre en razon directa con la pérdida que se esperimenta de cianuro de potasio.

El mejor medio de trasformar todo el cianuro de potasio en ferrocianuro, consiste en disolver la masa tal como resulta despues de fundida, y calentar ligeramente la disolucion con hierro metálico, ó bien añadir á la tercera parte de la disolucion sulfato de protóxido de hierro hasta que no se forme precipitado, en mezclar la papilla que resulta con los otros dos tercios y hervir el todo: en este caso se puede evaporar la disolucion sin que se descomponga; por medio de la cristalizacion se priva fácilmente al ferrocianuro de potasio del sulfato de potasa que se ha formado. La lejía de la masa fundida contiene ordinariamente sulfocianuro y sulfuro de potasio, y formiato y carbonato de potasa que quedan en las aguas madres.

El ferrocianuro de potasio cristaliza en prismas rebajados, truncados en las aristas y ángulos de la base, ó en tablas cuya forma primitiva es el octaedro. Tiene un color amarillo de limon, y un sabor azucarado, ligeramente amargo que tira á salado; su gravedad específica es de 1,832; es inalterable al aire; á 100° pierde 12,82 por ciento = 3 átomos de agua; se disuelve en 4 partes de agua fria, en 2 á la temperatura de la ebulicion, y es insoluble en el alcohol, el cual le precipita de su disolucion acuosa en laminitas amarillas y brillantes.

El ácido nítrico y el cloro le trasforman en ferricianuro de potasio; la descomposicion por el ácido nítrico va acompañada de un desprendimiento de cianógeno. Espuesto á el calor rojo se descom-

pone en carburo de hierro y en cianuro de potasio: este último se convierte en cianato de potasa, cuando se ejecuta la calcinacion en contacto con el aire.

El ferrocianuro de potasio forma combinaciones dobles con otros ferrocianuros.

Esta sal es el mejor reactivo que se conoce para descubrir la presencia del óxido de hierro y de sus sales. Sin embargo, es preciso tener el mayor cuidado de no hacer nunca uso de él cuando el líquido es alcalino, porque no produce precipitado en una disolucion de óxido de hierro que contenga amoniaco libre, ni en un líquido muy ácido, porque le descompone.

Se usa ademas el ferrocianuro de potasio para preparar el ácido prúsico, el cianuro de mercurio, el azul de Prusia, etc. Tomado interiormente en grandes dósis, obra como purgante; pero no es venenoso.

Ferrocianuro de sodio.

Sinónimo: *Cianuro de hierro y de sodio.*

Fórmula: Cfy, 2 $Na + 12\ aq$.

Se prepara hirviendo el azul de Prusia con el carbonato de sosa.

Cristaliza en prismas amarillos, terminados por un apuntamiento diedro; se eflorece al aire y pierde 59 por ciento = 12 átomos de agua de cristalizacion: es soluble en 4 ½ partes de agua fria, é insoluble en el alcohol.

Ferrocianuro de bario.

Sinónimo: *Cianuro de hierro y de bario.*

Fórmula: Cfy, 2 Ba.

Se prepara digeriendo el azul de Prusia en agua de barita. Disolviéndole á la temperatura de la ebulicion se deposita por el enfriamiento bajo la forma de pequeños prismas romboidales, de color amarillo; se disuelve en 100 partes de agua hirviendo, y en 1920 del mismo líquido, á la temperatura ordinaria; á 40° pierde 16,58 por ciento de agua y 18 por ciento = 6 átomos, á una temperatura mas elevada. Es soluble en el ácido sulfúrico concentrado.

Ferrocianuro de hierro.

Fórmula: $Cfy + 2\ Fe$.

No se conoce aún este compuesto. (Véanse los *ferrocianuros cuya base está formada por dos metales*).

Ferrocianuro de plomo.

Fórmula : $Cfy + 2\ Pb$.

Se forma cuando se trata una disolucion de ferrocianuro de potasio por otra de una sal de plomo. El precipitado que resulta tiene un color blanco con un viso amarillento; se le priva del agua por la desecacion.

Ferrocianuro de zinc.

Fórmula : $Cfy + 2\ Zn$.

Tratando una disolucion de acetato de zinc por el ácido ferrocianhídrico, se obtiene un precipitado blanco, que es el ferrocianuro de zinc. Si se hace uso de un ferrocianuro soluble, tal como el de potasio, el precipitado que se forma contiene potasio. (Véanse los *ferrocianuros cuya base está formada por dos metales*).

Ferrocianuro de cobre.

Fórmula : $Cfy + 2\ Cu$.

Se prepara tratando una sal soluble de óxido de cobre por el ferrocianuro de potasio; aparece entonces bajo la forma de un precipitado rojo oscuro, que es insoluble en los ácidos diluidos. La formacion de este precipitado puede servir para reconocer en un líquido la presencia del óxido de cobre, aun cuando solo contenga 1/60000 de óxido de cobre.

Ferrocianuro de mercurio.

Fórmula: $Cfy + 2\ Hg$.

Se obtiene mezclando una disolucion de ferrocianuro de potasio con otra de protóxido ó de deutóxido de mercurio. El precipitado blanco que se forma con las sales de protóxido de mercurio, se descompone espontáneamente en mercurio metálico, en cianuro de mercurio que se disuelve, y en cianuro de hierro que se precipita. La descomposicion es mas rápida cuando se eleva la temperatura.

Ferrocianuro de plata y de bismuto.

El ferrocianuro de potasio forma precipitados blancos en las sales de plata y en las de bismuto.

Ferrocianuro de nikel.

Este mismo cuerpo produce en las sales de nikel un precipitado de color verde blanquecino.

Ferrocianuro de cobalto.

El ferrocianuro de potasio forma en las sales de protóxido de cobalto un precipitado verdoso, que se vuelve rojo agrisado cuando se combina con cierta cantidad de agua.

Ferrocianuro de manganeso.

El mismo cuerpo produce en las sales de manganeso un precipitado blanco, que adquiere poco á poco el color de las flores de melocoton.

Ferrocianido de hierro.

Fórmula: $3\ Cfy + 2\ Fe_2$.
Sinónimo: *azul de Prusia.*
Composicion:

3 átomos de ferrocianógeno	= 3986,82
4 átomos de hierro	= 1356,84
1 át. de ferrocianido de hierro supuesto anhidro	= 5343,66

Este cuerpo, conocido en el comercio con el nombre de azul de Prusia ó de Paris, fué descubierto en Berlin por DIESBACH. Se forma siempre que se tratan las sales de peróxido de hierro por las disoluciones de los ferrocianuros. Se designan tambien con el nombre de azul de Prusia, las combinaciones que se obtienen cuando se trata el ferricianuro de potasio por una sal de protóxido de hierro, y se espone el precipitado al aire hasta que adquiere el color azul. Estas combinaciones tienen el mismo color que el verdadero azul de Prusia, pero su composicion es diferente.

Preparacion.

Se obtiene el ferrocianido de hierro, precipitando el sesquicloride ó el nitrato de sesquióxido de hierro por el ferrocianuro

de potasio, procurando, sin embargo, añadir un esceso de este último. Se le prepara con mas ventaja mezclando 6 partes de vitriolo verde con otras 6 de ferrocianuro de potasio: para esto se disuelve por separado cada una de estas sales en 15 partes de agua, se mezclan las disoluciones y se añade despues 1 parte de ácido sulfúrico concentrado y 24 de ácido clorohídrico fumante, agitando sin intermision. Pasadas algunas horas se añade una disolucion filtrada hecha con 1 parte de cloruro de cal (hipoclorito de cal y cloruro de calcio), y 80 de agua. Esta última disolucion debe echarse por pequeñas porciones, y con la precaucion de no añadir mas en el momento que se produce efervescencia debida al desprendimiento de cloro. En seguida se deja el líquido en reposo por algunas horas, á fin de que se deposite el precipitado, y despues se lava este convenientemente, y se le deseca á la temperatura ordinaria ó á otra mas elevada (HOCHSTETTER). Para que el precipitado adquiera un color hermoso, es preciso calentarle con ácido nítrico diluido hasta que tome un color azul oscuro.

Propiedades.

El azul de Prusia desecado á la temperatura ordinaria es una masa ligera y porosa, de color azul oscuro y aterciopelado; cuando se le deseca á una temperatura mas elevada, tiene un color rojo oscuro y como cobrizo, si se halla en masas compactas, y azul en estado pulverulento. Es insípido, insoluble en el agua y en los ácidos diluidos; no es venenoso.

El azul de Prusia del comercio contiene siempre cierta cantidad de materias estrañas y de tierras no alcalinas que se añaden para aumentar su peso. Calentado en vasos cerrados abandona el agua, cianhidrato y carbonato de amoniaco, y queda en la retorta un carburo de hierro. El azul de Prusia se inflama al aire por el contacto de un cuerpo en ignicion, continúa quemándose como la yesca y se convierte en sesquióxido de hierro; el ácido nítrico fumante le descompone; el ácido sulfúrico concentrado se combina con él, y le trasforma en una masa blanca y gelatinosa, análoga al engrudo; el ácido clorohídrico concentrado se apodera del óxido de hierro, y deja el ácido ferrocianhídrico en libertad; en contacto con el hidrógeno sulfurado toma un color blanco, pero se vuelve azul al aire, propiedad que tienen el hierro y el zinc metálicos. El óxido de mercurio le descompone en cianuro de mercurio y en una mezcla insoluble de cianuro y de sesquióxido de hierro: los álcalis le trasforman en ferrocianuros solubles y en sesquióxido de hierro.

al aire y á 100°; á una temperatura superior á esta, se descomponen y producen cianuro de platino y ácido cianhídrico.

Este ácido forma con los óxidos metálicos los platinocianuros.

Platinocianuro de potasio.—Fórmula: $Pt\ Cy_4$, K, 3 *aq*. Ha sido descubierto por L. GMELIN. Se prepara esponiendo á una temperatura próxima al calor rojo partes iguales de esponja de platino y de ferrocianuro de potasio seco; se lixivia con agua la masa que resulta, y se evapora el líquido para que cristalice; el ferrocianuro de potasio cristaliza antes que el platinocianuro de la misma base: se purifica despues este último por repetidas cristalizaciones.

Se presenta bajo la forma de prismas delgados, prolongados y romboidales, terminados por un apuntamiento de 4 planos; estos cristales tienen un color amarillo mirados por refraccion, y azul por reflexion. Espuestos al aire se eflorescen, se vuelven opacos y de color de rosa; retienen 12,4 por ciento de agua, de la que no se les puede pivar sino á una temperatura elevada, en cuyo caso adquieren primero un color blanco, despues anaranjado, y por último se funden y descomponen. Estos cristales son mucho mas solubles en caliente que en frio; la disolucion no precipita el nitrato de plomo, pero sí casi todas las otras sales metálicas.

Platinocianuro de mercurio.—Fórmula: $Pt\ Cy_4 + Hg$. Si se trata la disolucion de la sal precedente por el nitrato de protóxido de mercurio, se obtiene un precipitado de color azul de cobalto, que calentado en contacto con el agua, ésta disuelve el nitrato de protóxido de mercurio, y deja un resíduo blanco, que es el platinocianuro de mercurio puro. Cuando se calcina esta combinacion se descompone, se desprende cianógeno y mercurio, y queda un resíduo de cianuro de platino amarillo, perfectamente puro (DOEBEREINER).

Ferricianógeno.

Fórmula: $2\ Cfy = C_2\ N_2\ Fe_2$.

Tratando el ferrocianuro de potasio por el cloro, se forma una nueva combinacion de potasio, cuyo radical contiene dos veces tanto cianógeno y hierro como el ferrocianógeno. Llamaremos á este radical *ferricianógeno*, el cual puede unirse á 3 equivalentes de hidrógeno y formar un ácido tribásico. Todas las combinaciones del ferricianógeno han sido descubiertas y analizadas por L. GMELIN.

Acido ferricianhídrico.

Fórmula : 2 $Cfy + 6$ H.
Composicion :

1 equivalente de ferricianógeno	=	2657,88 —	98,61
6 átomos de hidrógeno	=	37,43 —	1,39
1 equivalente de ácido ferricianhídrico	=	2695,31 —	100,00

Se prepara este ácido haciendo pasar una corriente de hidrógeno sulfurado por agua que tenga en suspension el ferricianuro de plomo, ó bien descomponiendo esta última sal por el ácido sulfúrico diluido en agua.

El líquido filtrado tiene un color amarillo claro, y produce por la evaporacion unos cristales parduscos, de sabor ácido y acre. Cuando se le evapora al fuego, precipita un polvo insoluble de color pardo oscuro.

La disolucion del ácido ferricianhídrico se descompone pasado poco tiempo, y deposita un polvo cristalino de color azul.

El ácido ferricianhídrico forma con los óxidos metálicos *ferricianuros*; las combinaciones que tienen por base los metales alcalinos y térreos, y el hierro, se disuelven en el agua; las que produce con los demas metales son insolubles, y se obtienen por doble descomposicion tratando un ferricianuro soluble por una sal metálica.

Ferricianuro de potasio.

Fórmula : 2 $Cfy + 3$ K (L. GMELIN).
Sinónimo : *Cianuro rojo de hierro y de potasio.*

Descubierto por L. GMELIN. Se prepara haciendo pasar una corriente de cloro por una disolucion de ferrocianuro de potasio, hasta que las sales de sesquióxido de hierro no produzcan precipitado. Se concentra el líquido, y los cristales que resultan por el enfriamiento, se purifican por repetidas cristalizaciones, con objeto de privarles del cloruro de potasio que contienen en estado de mezcla.

La reaccion es muy sencilla : 1 equivalente de cloro descompone 2 átomos de ferrocianuro de potasio, en 1 átomo de ferricianuro de potasio y en cloruro de potasio.

$$(2\,Cfy,\ 2\,K) + Cl_2 = K\,Cl_2 + 2\,Cfy,\ 3\,K.$$

Cristaliza en prismas rectos, romboidales, brillantes, transparentes, de color rojo de aurora, anhidros é inalterables al aire; los cuales se disuelven en 3,8 partes de agua fria y en menos cantidad en caliente. Espuestos á la llama de una bujía se queman y despiden chispas; calentados al abrigo del aire se desprende cianógeno y nitrógeno, y dejan carburo de hierro y ferrocianuro de potasio. El cloro y el hidrógeno sulfurado descomponen la disolucion acuosa de estos cristales; este último gas deja azufre en libertad, que se precipita con el cianuro de hierro, y se forma ferrocianuro de potasio y ácido cianhídrico. Esta combinacion es uno de los reactivos mas sensibles para descubrir el protóxido de hierro, con el cual forma un precipitado análogo al azul de Prusia. Las sales de sesquióxido de hierro no esperimentan cambio alguno por el ferricianuro de potasio.

Ferricianuro de hierro.

Su fórmula es: $2\ Cfy + 3\ Fe$.

1 átomo de ferricianógeno	= 2657,88
3 átomos de hierro	= 1017,63
1 átomo de ferricianuro de hierro	= 3675,51

Esta combinacion se halla tambien en el comercio con el nombre de azul de Prusia; pero su color es un poco mas claro, y se diferencia principalmente del azul de Prusia ordinario por su composicion. Se obtiene tratando una disolucion de sulfato de protóxido de hierro por otra de ferricianuro de potasio, ó bien por una mezcla de ferrocianuro de potasio y de hipoclorito de sosa, al cual se añade préviamente un poco de ácido clorohídrico. En esta especie de azul de Prusia los 3 átomos de potasio del ferricianuro se hallan reemplazados por otros 3 de hierro. Para cantidades iguales de cianógeno, el hierro del ferricianuro de hierro es al del azul de Prusia ordinario, como 14 es á 15; lo que se demuestra por las fórmulas:

$6\ Cfy + 8\ Fe$ azul de Prusia ordinario.
$6\ Cfy + 9\ Fe$ azul de Prusia del ferricianuro de potasio.

El hermoso azul de Prusia conocido en el comercio con el nombre de azul de Turnbull, es ferricianuro de hierro. CAMPBELL ha dado un medio para reconocer el ferricianuro de hierro, que

consiste en hervirle con el ferrocianuro de potasio, en cuyo caso se descompone en ferricianuro de potasio que se disuelve, y en un resíduo insoluble de ferrocianuro de hierro y de ferrocianuro de potasio.

Combinaciones del cobaltocianógeno.

Han sido descubiertos por L. GMELIN. Hasta el presente no se ha podido aislar la combinacion de cianógeno y cobalto que corresponde al óxido de este metal $Co_2\ O_3$.

El cianuro de cobalto se combina con 4 átomos de ácido cianhídrico, y forma el ácido cobaltocianhídrico, análogo en cuanto á su composicion al ácido ferricianhídrico. El ácido anhidro se compone de 12 átomos = 6 equivalentes de cianógeno, 2 átomos de cobalto y 6 de hidrógeno; y por consiguiente es un ácido tribásico. Designaremos 1 átomo de su radical por 2 Cky.

Las fórmulas de sus combinaciones son:

$2\ Cky = Cy_{12}\ Co_2$	radical cobaltocianógeno.
$2\ Cky + 6\ H$	ácido cobaltocianhídrico.
$2\ Cky + 3\ K$	cobaltocianido de potasio.
$2\ Cky + 3\ Pb$	cobaltocianido de plomo.
$2\ Cky + 3\ Ag$	cobaltocianido de plata.

Acido cobaltocianhídrico.

Su fórmula es: $Cy_{12}\ Co_2\ H_6 = 3\ Cky + 6\ H$.

12 átomos de cianógeno	= 1979,460 —	71,85
2 id. de cobalto	= 737,982 —	26,79
6 id. de hidrógeno	= 37,438 —	1,36
1 átomo de ácido cobaltocianhídr.	= 2754,880 —	100,00

Un átomo de ácido cobaltocianhídrico contiene 3 equivalentes de cobaltocianógeno.

Preparacion.

Se prepara descomponiendo el cobaltocianido de plomo por el hidrógeno sulfurado, y evaporando el líquido filtrado hasta que cristalice. Segun ZWENGER cristaliza en agujas sedosas y transpa-

rentes; tiene un sabor muy ácido, se delicuesce en el aire húmedo, y es muy soluble en el agua.

Propiedades.

La disolucion de este ácido descompone los carbonatos con efervescencia, y se la puede hervir y evaporar sin que se altere. Si se esponen los cristales á una temperatura mas elevada, pierden el agua y despues el ácido cianhídrico, y queda un resíduo azul, que al calor rojo se quema y se convier te en óxido.

Cobaltocianuro de potasio.

Fórmula: $Cy_{12}\,Co_2 + 3\,K = 2\,Cky + 3K.$
Ha sido descubierto por L. GMELIN.

Preparacion.

Para prepararle se mezcla una solucion de potasa sobresaturada de ácido cianhídrico con carbonato ú óxido de cobalto $Co + O$, se la espone á un calor leve hasta que se disuelva completamente este último cuerpo y se la evapora; por el enfriamiento se obtienen unos cristales de color amarillo rojizo, que deben purificarse por nuevas cristalizaciones (1).

Propiedades.

Los cristales de esta combinacion tienen la misma forma que los del ferricianuro de potasio; son incoloros ó bien tienen un color ligeramente amarillo; carecen de agua, y cuando se les funde producen un líquido verde; son mas solubles en caliente que en frio. Su disolucion es incolora, y no altera los colores vejetales; es indescomponible por los ácidos clorohídrico, nítrico y sulfúrico; no ejerce accion sobre las sales de sesquióxido de hierro, y forma un precipitado de color de rosa en las disoluciones de protóxido de cobalto.

---

(1) Cuando el óxido de cobalto CoO, se halla en contacto con el cianuro de potasio, se convierte en cianuro de cobalto, el cual en presencia del cianuro de potasio libre y del ácido cianhídrico, descompone este ácido, se apodera de su cianógeno, y deja en libertad el hidrógeno que se desprende produciendo una ligera efervescencia.

Cobaltocianuro de plomo.

Se prepara tratando el cobaltocianuro de potasio por el acetato de plomo tribásico; el precipitado blanco que resulta es una combinacion de cobaltocianuro de plomo y de óxido del mismo metal.

Cobaltocianuro de plata.

Se prepara mezclando el nitrato de plata con el cobaltocianuro de potasio; el precipitado que se produce es blanco, cristalino y soluble en el amoniaco; forma con este último, cuando se eleva la temperatura, una combinacion doble que cristaliza en prismas incoloros y transparentes.

Acido cromocianhídrico y cromocianuros.

Estas combinaciones han sido descubiertas por BOECKMANN. Si se somete á la evaporacion espontánea una mezcla de una disolucion de hidrato de potasa y de hidrato de óxido de cromo, á la que se ha añadido un esceso de ácido cianhídrico, el líquido adquiere un color rojo oscuro, y se depositan unos cristales amarillos que, purificados por repetidas cristalizaciones, tienen una forma cristalina idéntica y una composicion análoga á la del ferricianuro ó á la del cobaltocianuro de potasio. La fórmula de esta sal es: $Cr_2\ Cy_{12}\ K_3$. Su disolucion forma un precipitado blanco con el nitrato de plata y el acetato básico de plomo, y rojo de ladrillo con las sales de protóxido de hierro; pero no precipita el nitrato de plomo y las sales de sesquióxido de hierro. La composicion de la sal de plata corresponde á la de la sal de potasio; calentada en estado seco se descompone en cianógeno gaseoso, plata metálica y cianuro de cromo. Si se hace pasar una corriente de ácido sulfhídrico por una mezcla de cromocianuro de plata y de agua, se forma sulfuro de plata, y queda disuelto en el líquido ácido cromocianhídrico. Este ácido enrojece fuertemente el tornasol, descompone los carbonatos y se le puede obtener cristalizado evaporándole en el vacío, colocando al mismo tiempo un cuerpo ávido de humedad.

Constitucion de las combinaciones del ferrocianógeno, segun BERZELIUS.

BERZELIUS supone que los cianuros forman entre sí combinaciones dobles, análogas á las sales dobles constituidas por los oxácidos; en estas combinaciones 1 átomo de cianuro de hierro está unido á 2 de otra combinacion de cianógeno, de modo que suponiendo que los metales se hallan combinados con el oxígeno, el oxígeno del protóxido de hierro equivale á la mitad del que existe combinado con el otro metal. Tendremos segun esto:

Cianuro de hierro	$Cy_2\,Fe$	
Acido ferrocianhídrico	$Cy_2\,Fe + Cy_4\,H_4$	hidrocianuro de hierro.
Ferrocianuro de potasio	$Cy_2\,Fe + Cy_4\,K_2$	cianuro ferroso-potásico.
Ferrocianuro doble de potasio y de calcio	$Cy_2\,Fe,\ Cy_4\,K_2 + Cy_2\,Fe,\ Cy_4\,Ca_2$.	
Azul de Prusia	$2\,Cy_6\,Fe_2 + 3\,Fe\,Cy$	
Azul de Prusia básico	$2\,Cy_6\,Fe_2,\ 3\,Fe\,Cy_2 + Fe_2\,O_3$	
Azul de Prusia soluble	$2\,Cy_6\,Fe_2,\ 3Fe\,Cy_2 + 2Cy_2\,K,\ Cy_2\,Fe$.	

Combinaciones del ferricianógeno y del cobaltocianógeno, segun BERZELIUS.

BERZELIUS considera estos compuestos como unas combinaciones dobles de cianuros, en las que 1 átomo de percianuro de hierro, ó de cianuro de cobalto, correspondiente, por su composicion, al peróxido de hierro ($Fe_2\,O_3$), y al sesquióxido de cobalto ($Co_2\,O_3$), está combinado con 3 átomos de otro cianuro. Tendremos por lo tanto:

Acido ferricianhídrico	$Fe_2\,Cy_6 + 3Cy_2\,H_2$	hidrocianido de hierro.
Ferricianuro de potasio	$Fe_2\,Cy_6 + 3Cy_2\,K$	cianuro férrico-potásico.
Ferricianuro de hierro	$Fe_2\,Cy_6 + 3Cy_2\,Fe$	cianuro ferroso-férrico (azul de Prusia).
Acido cobaltocianhíd.	$Co_2\,Cy_6 + 3Cy_2\,H_2$	
Cobaltocianuro de potasio.	$Co_2\,Cy_6 + 3Cy_2\,K$.	

Combinaciones del ferrocianógeno, segun GRAHAM.

Las combinaciones del ferrocianógeno contienen un ácido particular, cuyo peso atómico es tres veces mayor que el del ácido cianhídrico; en este ácido existe un radical compuesto de 6 átomos de cianógeno, que GRAHAM denomina *prusina*, el cual se halla combinado con 6 átomos de hidrógeno. Segun esto, este ácido es la combinacion hidrogenada tribásica que corresponde al ácido cianúrico; cuando se combina con los óxidos metálicos, estos 6 átomos de hidrógeno son reemplazados por el equivalente de los metales.

Hé aquí las fórmulas de algunos cuerpos segun esta teoría:

Prusina	$= Pr = Cy_6$
Acido prusinhídrico	$= Pr + 3\ H_2$
Prusiuro de hierro y de hidrógeno (ácido ferrocianhídrico)	$= Pr + \left\{ \begin{matrix} 2\ H_2 \\ Fe \end{matrix} \right.$
Prusiuro de hierro y de potasio (ferrocianuro de potasio)	$= Pr + \left\{ \begin{matrix} 2\ K \\ Fe \end{matrix} \right.$
Prusiuro de hierro, de potasio y de calcio (sales de Mosander)	$= Pr + \left\{ \begin{matrix} K \\ Ca \\ Fe \end{matrix} \right.$
Azul de Prusia	$= 3Pr + \left\{ \begin{matrix} 3\ Fe \\ 2\ Fe_2 \end{matrix} \right. = \begin{matrix} Pr, 3Fe + \\ 2Pr, Fe_2. \end{matrix}$

Debiera preferirse esta teoría á cualquiera otra si por ella se pudiese esplicar por qué el hierro del ferrocianuro de potasio, por ejemplo, no puede ser reemplazado por otros metales. No hay duda que si hiciese el papel de un elemento básico se le podria desalojar por cualquiera otro metal. Sin embargo, atendiendo á los conocimientos que poseemos en la actualidad respecto á las sales dobles, esta teoría es mas admisible que la de BERZELIUS.

Sin que pretendamos que la teoría que hemos seguido en esta obra, acerca de la constitucion de los cianuros dobles, esté exenta de objeciones, hemos creido que por su sencillez facilitaria mucho el estudio de estos compuestos.

COMBINACIONES DEL CIANÓGENO CON LOS CUERPOS HALÓGENOS Y EL AZUFRE.

Cloruros de cianógeno.

Se conocen dos combinaciones de cloro y de cianógeno que

tienen la misma composicion en 100 partes ; la una, descubierta por GAY-LUSSAC, es gaseosa á la temperatura ordinária ; y la otra que lo ha sido por SERULLAS, es sólida y cristalina.

Cloruro gaseoso.-Fórmula: $Cy_2\ Cl_2 = C_2\ N_2\ Cl_2$ (GAY-LUSSAC). Se obtiene haciendo actuar en la oscuridad el cloro gaseoso sobre el cianuro de mercurio húmedo, ó bien calentando el mellon en una corriente de cloro seco. El método mas ventajoso consiste en hacer atravesar un esceso de cloro por el ácido cianhídrico diluido en agua : el liquido contiene en este caso, cloruro de cianógeno disuelto en el agua, ácido clorohídrico y cloro libre. Basta esponerle á un calor suave, para que se desprenda el cloruro de cianógeno. Si se quiere que resulte este cuerpo en estado de pureza, es preciso hacerle pasar por un túbo que contenga cloruro de calcio.

Esta combinacion es gaseosa á la temperatura ordinaria, tiene un olor insoportable y penetrante, y escita el lagrimeo: se solidifica á — 18°, y forma unas agujas largas, semejantes á las que produce el hielo, las cuales se funden á — 15°, y hierven á — 12°. Bajo una presion de 4 atmósferas, el cloruro de cianógeno permanece todavia líquido á + 20°. Segun PERSOZ, esta combinacion esperimenta cierta metamórfosis cuando se la conserva en tubos cerrados á la lámpara ; se forman en el líquido unos cristales anchos y perfectamente blancos, que son un cloruro de cianógeno sólido que se halla compuesto de los mismos elementos y en la misma proporcion que el cloruro líquido. 1 volúmen de agua disuelve 25 de este gas; el alcohol disuelve 100 y el éter 50. Los óxidos alcalinos le descomponen, y cuando se halla en presencia de un álcali, tiñe las sales de protóxido de hierro de verde oscuro. Si se espone á la luz una mezcla de cianuro de mercurio y de cloro, se produce un líquido amarillo, pesado y oleaginoso, que es insoluble en el agua, y tiene el mismo olor que el cloruro de cianógeno. Este mismo cuerpo parece se forma tambien por la accion del cloro sobre el fulminato de plata. Tratando su disolucion alcohólica por el agua, se deposita una materia cristalina parecida al alcanfor. De la accion que egerce la luz solar sobre una mezcla de cloro húmedo y de cloruro de cianógeno, resultan otras dos combinaciones sólidas (SERULLAS).

Clorocianuro de amoniaco—Fórmula : $Cy_2\ Cl_2$, $2\ N_2\ H_6$.

1 volúmen de cloruro de cianógeno y 2 de amoniaco producen, cuando se condensan, unos granitos cristalinos blancos, inodoros é inalterables al aire. Su disolucion acuosa enrojece el tornasol, precipita el nitrato de plata y se la puede evaporar sin que se descomponga. El ácido clorohídrico no descompone el clorocianuro

de amoniaco cristalizado; el ácido sulfúrico desprende ácido clorohídrico exento de ácido carbónico, y la potasa separa el amoniaco (BINEAU).

Cuando se funden estos cristales se desprende amoniaco y sal amoniaco y queda por resíduo mellon (BINEAU). Esta descomposicion puede representarse por la siguiente ecuacion:

$$3\,(Cy_2\,Cl_2\,,\,2\,N_2\,H_6) = C_6\,N_6\,Cl_6 + N_{12}\,H_{36}$$
$$= C_6\,N_8 + Cl_6\,N_6\,H_{24} + N_4\,H_{12}$$
$$= Me + 3\,(Cl_2\,,\,Ad\,H_4) + 2\,Ad\,H_2\,,$$

es decir, que 3 equivalentes de clorocianuro de amoniaco se descomponen y resulta 1 equivalente de mellon, 3 de cloruro de amonio y 2 de amoniaco.

Cloruro sólido.—Fórmula: $Cy_6\,Cl_6$.—Esta combinacion clorada que corresponde al ácido cianúrico, se obtiene esponiendo una mezcla de cloro seco y de ácido cianhídrico anhidro á los rayos del sol, en cuyo caso se forma ácidó clorohídrico y cloruro de cianógeno sólido. Puede prepararse tambien calentando el sulfocianuro de potasio en una corriente de cloro seco. Ademas, el cloruro líquido que queda descrito se trasforma espontáneamente en el cuerpo que nos ocupa. Este cuerpo, en estado de pureza, es blanco y se sublima en agujas diáfanas. Tiene un olor penetrante parecido al del escremento de los ratones, y un sabor picante y ácre. Su peso específico es de 1,32; se funde á 140° y se sublima á 190°. Digeriéndole en agua con el auxilio del calor se descompone en los ácidos cianúrico y clorohídrico, lo que nos manifiesta que debe espresarse su composicion por $Cy_6\,Cl_6$. Se disuelve en el alcohol y en el éter sin esperimentar alteracion.

Segun BINEAU, 1 volúmen de esta combinacion contiene 1 ½ de cloro y 1 ½ de cianógeno. Por consiguiente la trasformacion del cloruro gaseoso en cloruro sólido se efectúa por la condensacion de los 3 volúmenes en 1 (BINEAU). Este cuerpo se combina con el amoniaco y forma una materia casi insoluble en el agua, cuya composicion se espresa por la fórmula $Cy_6\,Cl_6 + 3\,N_2\,H_6$.

Bromuro de cianógeno.

Fórmula: $Cy_2\,Br_2$.

Se obtiene fácilmente esta combinacion destilando en una retorta una mezcla de 2 partes de cianuro de mercurio y 1 de bromo. La reaccion que se egerce en un principio va acompañada de un

desprendimiento considerable de calor, despues basta una temperatura débil para hacer pasar el cianuro de bromo á el cuello de la retorta, en el que se deposita bajo la forma de cubos incoloros, los cuales son muy volátiles, se gasifican á 15° y se disuelven en el agua y en el alcohol. El bromuro de cianógeno es venenoso y tiene un olor sumamente irritante.

1 volúmen de bromuro de cianógeno gaseoso contiene ½ volúmen de cianógeno y otro ½ de bromo, que se unen, por consiguiente sin condensacion (BINEAU). Este cuerpo forma con el amoniaco dos combinaciones, de las cuales una es sólida y otra líquida. Esta última contiene 1 átomo de bromuro de cianógeno y 6 equivalentes de amoniaco $= Cy_2 Br_2, 6 N_2 H_6$; se descompone por la accion de un calor débil, se desprende amoniaco y se convierte en una materia cristalina blanca que se disuelve en el agua sin alterarse, y está compuesta de 1 átomo de bromuro de cianógeno y de 2 equivalentes de amoniaco $= Cy_2 Br_2, 2 N_2 H_6$ (BINEAU).

Ioduro de cianógeno.

Su fórmula es: $Cy_2 J_2$.

Segun WOEHLER, se prepara calentando el cianuro seco de mercurio ó el de plata con iodo. Hay otro método mas cómodo que es el de MISTCHERLICH, que consiste en destilar en una retorta una mezcla de iodo, de cianuro de mercurio y de agua; por medio de un calor suave se consigue que el ioduro de cianógeno pase al cuello de la retorta, en el que se condensa en agujas largas, ó bien bajo la forma de copos blancos y cristalinos parecidos á los de la nieve. Estos cristales tienen un olor penetrante y escitan las lágrimas; se disuelven sin descomponerse en el agua, en el alcohol y en el éter y se volatilizan á 45° sin dejar resíduo.

El iodo se disuelve en cantidad considerable en una solucion concentrada de cianuro de potasio, y resulta un líquido incoloro, que se convierte en una masa cristalina por el enfriamiento. Si se espone esta materia á un calor suave, se sublima el ioduro de cianógeno, perfectamente puro (sin esceso de iodo), y queda ioduro de potasio.

Forma dos combinaciones con el amoniaco (BINÉAU).

$$Cy_2 J_2, 3 N_2 H_6$$
$$Cy_2 J_2, 2 N_2 H_6.$$

Sulfuro de cianógeno.

Se representa su fórmula por : $Cy_2 S_2$.

1 equivalente de cianógeno	= 329,91	—	45,06
2 átomos de azufre	= 402,33	—	54,94
1 equiv. de sulfuro de cianógeno	= 732,24	—	100,00

El sulfuro de cianógeno ó sulfocianógeno ha sido descubierto por J. L.

Preparacion.

Se obtiene saturando con cloro una disolucion concentrada de un sulfocianuro metálico soluble, ó bien calentando este último con ácido nítrico diluido.

Propiedades.

El precipitado que se forma tiene un hermoso color amarillo, no ės cristalino, ni pierde su color cuando se le deseca, pero resulta mas ligero y mancha el papel. Es insoluble en el agua, en el alcohol y en el éter, pero se disuelve en caliente en el ácido sulfúrico concentrado, de cuya disolucion se le puede precipitar por medio del agua. El ácido nítrico concentrado le descompone. Cuando se le calienta con potasio se descompone tambien y se forma sulfuro, cianuro y sulfocianuro de potasio. La descomposicion que esperimenta por los álcalis y los sulfuros alcalinos ha sido poco estudiada; se disuelve fácilmente en el sulfhidrato de sulfuro de potasio, con desprendimiento de hidrógeno sulfurado; y si se trata esta disolucion por los ácidos, se precipita un nuevo compuesto que tiene un color blanco ó blanco amarillento. La descomposicion que esperimenta por la accion del calor es muy notable: sometido á la destilacion seca produce carburo de azufre, azufre, y deja por resíduo mellon, el cual se reduce á nitrógeno y cianógeno elevando mas la temperatura. 4 átomos de sulfocianógeno dan orígen á 2 de carburo de azufre, 4 de azufre y queda 1 de mellon $C_6 N_8$ (véase la descomposicion del sulfocianógeno).

LASSAIGNÉ indicó en los *Anales de química*, t. XXXIX, una nueva combinacion de cianógeno y azufre que obtuvo tratando el

cianuro de mercurio por el clorido de azufre, bajo la forma de unos cristales brillantes, incoloros, muy refringentes y de un olor tan penetrante que escitaba las lágrimas. Este cuerpo contenia cloro en cantidad que no se determinó; 24 por ciento de azufre y el resto se tomó por cianógeno; se disolvia y descomponia en el agua, y la disolucion daba un color rojo á las sales de sesquióxido de hierro. Por consiguiente, parece que esta combinacion, que LASSAIGNE creyó estaba compuesta de 4 átomos de cianógeno y 1 de azufre, no es otra cosa que una combinacion doble de cianógeno y de cloruro de azufre.

Acido sulfocianhídrico.

Fórmula : $Cy_2 S_2 , H_2$.

1 equivalente de sulfocianógeno	=	732,23
1 id. de hidrógeno.	=	12,48
1 equivalente de ácido sulfocianhídrico	=	744,71

Estado natural.

Este ácido ha sido descubierto por RINK. Existe en el agua destilada de las semillas de las *crucíferas*, y en la saliva del hombre y en la de los carneros (L. GMELIN).

Preparacion.

Se obtiene descomponiendo el sulfocianuro de plomo básico por el ácido sulfúrico diluido, cuidando de que quede en el líquido un esceso de plomo, del que se le priva despues por medio del hidrógeno sulfurado. Se prepara tambien descomponiendo por este gas, el sulfocianuro de plata, que debe hallarse en suspension en diez veces su volúmen de agua.

Propiedades.

Es un líquido incoloro, de sabor ácido, que se descompone en contacto con el aire ó por la destilacion en varios productos, de los cuales uno es un polvo de color amarillo de limon, insoluble en el agua. No existe en estado anhidro. El ácido nítrico ó el cloro se apoderan de su hidrógeno y le trasforman en sulfocianógeno; si se

prolonga la accion de estos dos agentes, se forman los ácidos ciánico y sulfúrico, de los cuales el primero se convierte en carbonato de amoniaco. Comunica un color rojo de sangre á las disoluciones de sesquióxido de hierro; no es venenoso.

Sulfocianuro de amonio.

Su fórmula es: $Cy_2\,S_2\,N_2\,H_8 = Cy_2\,S_2\,,\,Ad\,H_4$.

Preparacion.

Si se satura el ácido sulfocianhídrico con el amoniaco y se evapora el líquido á un calor lento, se obtiene una masa delicuescente que esperimenta una descomposicion particular á una temperatura mas elevada: se desprende en un principio amoniaco, despues carburo de azufre, y por último carbosulfuro de amonio. Cuando no se ha elevado demasiado la temperatura, queda por resíduo mélam ó una mezcla de este cuerpo y de mellon. Se obtiene tambien esta combinacion tratando el carburo de azufre por el alcohol saturado de amoniaco.

COMBINACIONES DEL ÁCIDO SULFOCIANHÍDRICO CON LOS ÓXIDOS METÁLICOS.

Sulfocianuros en general.

Debemos considerar el ácido sulfocianhídrico, como una combinacion correspondiente del hidrato de ácido ciánico, en la que el oxígeno de este se halla reemplazado por sus equivalentes de azufre.

Considerando el hidrato de ácido ciánico como un hidrácido, deberia espresarse su fórmula por:

$$Cy_2\,O_2 + H_2\,;$$

y por consiguiente, la del ácido sulfocianhídrico seria:

$$Cy_2\,S_2 + H_2\,.$$

En presencia de los óxidos metálicos, su hidrógeno es reemplazado por un equivalente de metal.

Preparacion.

Se conocen diferentes procedimientos para obtener los sulfocianuros solubles.

Tratando directamente el ácido por un óxido, ó bien calcinando un polisulfuro alcalino en una corriente de cianógeno, ó poniendo en contacto estos dos cuerpos por la vía húmeda, ó fundiendo una mezcla de cianuro soluble y azufre, ó finalmente calcinando los cianuros insolubles con los sulfuros alcalinos.

Propiedades.

Los sulfocianuros solubles tiñen de color rojo de sangre las sales de sesquióxido de hierro. Si se les calienta en una corriente de gas ácido clorohídrico seco, se descomponen en cloruros metálicos y en ácido sulfocianhídrico anhidro, el cual por su descomposicion forma inmediatamente otros productos. Los sulfocianuros alcalinos resisten una temperatura bastante elevada sin descomponerse; en contacto con el oxígeno se descomponen en ácido sulfuroso que se desprende, y en cianatos y sulfatos alcalinos.

Los sulfocianuros insolubles se descomponen por la calcinacion; se desprende carburo de azufre y azufre, y quedan sulfuros metálicos y mélam; á una temperatura mas elevada se desprende cianógeno y nitrógeno en la proporcion de 3 á 1. Calentados en una corriente de cloro, se forman cloruros metálicos, mellon, cloruro de azufre y cloruro sólido de cianógeno; se sublima una corta cantidad de sulfocianógeno sin descomponerse. Casi todos los sulfocianuros alcalinos son solubles en el alcohol. Los sulfocianuros metálicos descomponen las sales de protóxido de mercurio en mercurio reducido y en deutosulfocianuro de mercurio que es soluble. Todos los sulfocianuros solubles forman con el cianuro de mercurio combinaciones dobles que cristalizan con facilidad.

Sulfocianuro de potasio.

Su fórmula es: 2 C*y* S + K.

1 equivalente de sulfocianógeno	=	732,24 —	59,92
1 átomo de potasio	=	489,92 —	40,08
1 átomo de sulfocianuro de potasio	=	1222,16 —	100,00

Preparacion.

Para prepararle se calienta ligeramente el ferrocianuro de potasio en un vaso de hierro, con objeto de privarle de su agua de cristalizacion; despues se le pulveriza muy bien, se le mezcla con la mitad de su peso de flores de azufre, y se le espone en un vaso de hierro á el calor rojo oscuro, hasta que se desprendan de la masa fundida unas burbujas que se inflaman al aire con produccion de una llama roja. Cuando la masa aparece fria se la disuelve en agua hirviendo, se la trata por una disolucion de carbonato de potasa hasta que el líquido deje de enturbiarse, se le hierve por espacio de un cuarto de hora, se filtra para separar el precipitado y se concentra el líquido á fin de que pueda cristalizar. Se separa el carbonato de potasa que suelen contener los cristales disolviéndoles en alcohol.

Propiedades.

Cristaliza en prismas estriados, incoloros y anhidros, de un sabor fresco y picante; se funde á una temperatura bastante inferior á el calor rojo, y se convierte en un líquido trasparente; se delicuesce al aire húmedo y es muy soluble en el alcohol hirviendo.

Sulfocianuro de plomo.

Su fórmula es: $Cy_2\ S_2\ ,\ Pb$.

Se obtiene mezclando una disolucion concentrada de acetato de plomo con otra igualmente concentrada de sulfocianuro de potasio, por cuyo medio se precipitan unos cristales amarillos, opacos y brillantes, que se descomponen en el agua hirviendo en ácido sulfocianhídrico y en sulfocianuro de plomo básico.

Sulfocianuro de plomo básico.

Se representa su fórmula por: $Cy_2\ S_2\ ,\ Pb + Pb\ O$.

Se produce tratando una disolucion de sulfocianuro de potasio por el acetato de plomo tribásico; es un polvo cristalino, de color blanco amarillento é insoluble en el agua.

Protosulfocianuro de cobre.

Su fórmula es: $Cy_2 S_2, Cu_2$.

Se prepara mezclando una disolucion de sulfato de cobre con otra de sulfocianuro de potasio, y añadiendo despues otra de sulfato de protóxido de hierro; se forma un precipitado granudo de color blanco que es insoluble en el agua. El sulfocianuro correspondiente al deutóxido de cobre es soluble en el agua.

Protosulfocianuro de mercurio.

Fórmula: $Cy_2 S_2, Hg_2$.

Se obtiene mezclando disoluciones muy diluidas de sulfocianuro de potasio y de nitrato de protóxido de mercurio. El precipitado que resulta se descompone, cuando se le hierve con agua, en mercurio metálico y en deutosulfocianuro de mercurio. Los ácidos sulfúrico y clorohídrico le disuelven con dificultad; pero el agua régia lo efectúa fácilmente. Sometido á la destilacion seca se convierte en mellon, desprendiéndose cinabrio, cianógeno y sulfuro de carbono. Los álcalis cáusticos le descomponen, adquiere primero un color amarillo, despues negro, y se produce mercurio metálico y sulfocianido de mercurio, que á su vez se descompone tambien por un esceso de álcali, y se forma un precipitado amarillo que contiene sulfocianógeno.

Sulfocianido de mercurio.

Su fórmula es: $Cy_2 S_2, Hg$.

Este cuerpo se forma siempre que una sal de deutóxido de mercurio se halla en presencia del sulfocianuro de potasio, y tambien por el contacto de este último con una disolucion concentrada de una sal de protóxido, en cuyo caso ésta abandona mercurio metálico. Esta combinacion es bastante soluble en el agua, cristalizable, y forma con el amoniaco un precipitado de color amarillo de limon, que es casi inalterable por los ácidos; si se hierve este precipitado con potasa cáustica adquiere un color leonado, sin que se desprenda amoniaco.

Mezclando este precipitado con cal cáustica y humedeciendo la materia con agua, se desprende carbonato de amoniaco. Espuesto á la temperatura de 180°, detona con produccion de una luz azul. CLAUS considera este cuerpo como una combinacion de sulfocia-

nido de mercurio y de óxido de este metal en las proporciones que espresa la fórmula

$$Cy_2\ S_2\ Hg + 2\ Hg\ O.$$

Esta combinacion no corresponde al precipitado blanco, esto es á la cloramida de mercurio, porque cuando se calienta esta última con el sulfocianuro de potasio, se trasforma en esta combinacion amarilla, abandonando una cantidad considerable de amoniaco. Segun la cantidad de carbono (cianógeno), que GUNDLACH ha encontrado en sus investigaciones, se deduce la fórmula siguiente:

$$Cy_2\ S_2\ Hg + 3\ Hg\ O.$$

Cuando se le calcina con el óxido de cobre, no se obtiene indicios de agua, lo que prueba suficientemente que no contiene amoniaco.

Sulfocianuro de plata.

Se obtiene tratando una disolucion de nitrato de plata neutro por otra de sulfocianuro de potasio, en cuyo caso se forma un precipitado coaguloso de color blanco, insoluble en el agua, pero se disuelve en el amoniaco, de cuya disolucion cristaliza en láminas blancas y brillantes, que no contienen amoniaco.

PRODUCTOS DE LA DESCOMPOSICON DEL CIANÓGENO Y DE SUS COMBINACIONES.

Cianógeno y agua.

Cuando se espone á la accion de la luz una disolucion acuosa de cianógeno adquiere con rapidez un color pardo; si se ejecuta este esperimento en la oscuridad, el efecto es mas lento. Se precipitan unos copos pardos, y el líquido contiene, segun WOÉHLER, ácido carbónico, ácido cianhídrico, amoniaco, uréa y oxalato de amoniaco. PELOUZE y RICHARDSON han analizado esta materia parda y han deducido la fórmula: $2\ N_2\ C_2 + H_2\ O$, que representa una combinacion formada de 2 átomos de cianógeno y 1 de agua. Se disuelve fácilmente en los álcalis y en el ácido acético, y da orígen á compuestos insolubles, cuando se combina con los óxidos metálicos propiamente dichos. Por la calcinacion deja un resíduo de paracianógeno. Los diversos productos que resultan de

la descomposicion del cianógeno por el agua, provienen evidentemente de diferentes descomposiciones. 2 átomos de cianógeno y 3 de agua contienen los elementos del oxalato de amoniaco; 4 átomos de cianógeno y 1 de agua contienen los de 1 equivalente de ácido ciánico y de otro de ácido cianhídrico. La uréa proviene de la combinacion del ácido ciánico y del amoniaco, y el ácido carbónico y el amoniaco proceden de la descomposicion que esperimenta el ácido ciánico en presencia de 3 átomos de agua.

Cianógeno y amoniaco.

Cuando se hace pasar una corriente de cianógeno por una disolucion acuosa de amoniaco, hay una descomposicion análoga á la que esperimenta el cianógeno por el agua, si bien es mucho mas rápida: la materia parda que se separa en gran cantidad contiene amoniaco. Los productos solubles son los mismos que se forman cuando el cianógeno se halla solo en presencia del agua. Segun JOHNSTON, la composicion de esta materia parda amoniacal se espresa por la fórmula: $C_6 N_8 H_{12} O_4$, ó bien por $C_6 N_6 O + N_2 H_6 + H_6 O_3$; por consiguiente será una combinacion de amoniaco y de agua con un ácido que contendrá tres veces tanto cianógeno como el ácido ciánico, y que podremos considerar como el primer grado de oxidacion del radical del ácido cianúrico.

Sometiendo este precipitado á la accion del fuego se desprende agua y carbonato de amoniaco, y queda por resíduo paracianógeno. Esta descomposicion se esplica fácilmente, recordando que podemos considerar á la materia parda como una combinacion de cianógeno ($C_4 N_4$), de amoniaco y de ácido ciánico; este último se descompone en union de 3 átomos de agua, y resultan 2 átomos de ácido carbónico y 1 equivalente de amoniaco.

Paracianógeno.

Su fórmula es: $(C_2 N_2)(C_4 N_4)$.
Ha sido descubierto por JOHNSTON.

Preparacion.

Se obtiene calcinando el precipitado pardo que resulta de la descomposicion del cianógeno por el agua ó por el amoniaco. Cuando se descompone el cianuro de mercurio por el calor, queda en la retorta una corta cantidad de paracianógeno.

Propiedades.

Se presenta bajo la forma de un polvo de color pardo oscuro; calcinado con el óxido de cobre, produce nitrógeno y ácido carbónico en la proporcion de 1 á 2; se disuelve en el ácido sulfúrico y en el nítrico, mas en este último caso se descompone al mismo tiempo, y resulta un líquido de color amarillo que se enturbia por el agua, y deja precipitar un polvo del mismo color. Segun JOHNSTON, este polvo es el ácido paraciánico, del cual se ignoran aún sus propiedades y composicion.

PRODUCTOS DE LA DESCOMPOSICION DEL SULFOCIANÓGENO.

Mellon.

Su fórmula es: $C_6 N_8$.

6 átomos de carbono	=	458,61 —	39,36
8 id. de nitrógeno	=	708,16 —	60,64
1 átomo de mellon	=	1166,77 —	100,00

Este cuerpo es un radical compuesto descubierto por J. L.

El mellon se forma cuando se calienta hasta el rojo en una retorta el sulfocianógeno, por cuyo medio se descompone en carburo de azufre, azufre y mellon. 4 átomos de sulfocianógeno ($C_8 N_8 S_8$) producen:

4 át. de azufre	S_4
2 át. de sulfuro de carbono	$C_2 \quad S_4$
1 át. de mellon	$C_6 N_8$
4 át. de sulfocianógeno	$C_8 N_8 S_8$

Cuando se calienta el sulfocianuro de potasio en una corriente de cloro, queda por resíduo mellon mezclado con cloruro de potasio. Se produce tambien en la calcinacion del mélam, de la ammélida, de la ammélina y del cloruro y bromuro de cianógeno amoniacal.

El mellon es un polvo de color amarillo de limon, insoluble en el agua, en el alcohol y en los ácidos clorohídrico y sulfúrico diluidos; se disuelve y descompone en el ácido nítrico y en los álcalis fijos. Espuesto á el calor rojo blanco se descompone y produce 3 volúmenes de cianógeno y 1 de nitrógeno; se combina directamente con el potasio con desprendimiento de luz y da orígen á mellonuro de potasio; con el hidrógeno forma el ácido mellonhídrico. Si se le funde con el ioduro, el bromuro ó el sulfocianuro de potasio los descompone, separa el bromo, el iodo y el sulfocianógeno y se combina con el potasio. Hasta el presente no se conocen las combinaciones de este radical con los demas metaloides.

Acido mellonhídrico.

Fórmula: $C_6 N_8 H_2$.

1 átomo de mellon	=	1166,77
1 equivalente de hidrógeno	=	12,48
1 átomo de ácido mellonhídrico	=	1179,25

Ha sido descubierto por L. GMELIN.

Preparacion.

Se prepara disolviendo el mellonuro de potasio en el agua hirviendo, y tratando el líquido por el ácido clorohídrico, el sulfúrico ó el nítrico.

Propiedades.

El producto de esta operacion es un precipitado gelatinoso de color blanco sucio, que cuando se le deseca se convierte en un polvo amarillo de hidrato de ácido mellonhídrico. Es mas soluble en caliente que en frio, egerce una débil reaccion ácida, y permanece sin alterarse en contacto con los ácidos nítrico y clorohídrico.

ÁCIDO MELLONHÍDRICO Y ÓXIDOS METÁLICOS.

Mellonuros.

De la union del ácido mellonhídrico con los óxidos metálicos

resultan los melloruros metálicos y agua. Descompone los carbonatos, tanto por la vía seca, como por la húmeda, y por medio de lafusion ígnea descompone tambien los ioduros y bromuros. Las combinaciones que forma el ácido mellonhídrico con las tierras alcalinas y los óxidos de los metales propiamente dichos, son insolubles en el agua.

Mellonuro de potasio.

Su fórmula se espresa por: $C_6 N_8 + K$ (L. GMELIN, J. L.)

1 átomo de mellon	= 1166,77
1 átomo de potasio	= 489,92
1 átomo de mellonuro de potasio	= 1656,69

Preparacion.

Se obtiene este cuerpo fundiendo á el calor rojo el sulfocianuro de potasio en una cápsula de porcelana, y añadiendo mellon á la masa fundida, mientras se observa que se desprende carburo de azufre y azufre. Disolviendo despues en agua hirviendo la masa parda, opaca y vidriosa que resulta, se obtienen por el enfriamiento cristales de mellonuro de potasio.

Se puede tambien preparar fundiendo 5 partes de cloruro de antimonio (manteca de antimonio) con 8 de de sulfocianuro de potasio, y disolviendo despues en el agua hirviendo la masa fundida, cuando no se observa desprendimiento alguno de azufre y de carburo de azufre. El mellonuro de potasio es un producto accesorio de la preparacion del sulfocianuro de potasio; existe en corta cantidad en el líquido y en mayor proporcion en el resíduo, del que se le puede estraer por medio del agua hirviendo.

Cristaliza de su disolucion acuosa en agujas incoloras, finas y agrupadas, formando copos voluminosos; cuando la disolucion está concentrada se convierte en una especie de papilla blanca. Es poco soluble en el agua fria, y la disolucion carece de sabor. Los cristales contienen agua de cristalizacion, que pierden cuando se les espone á una temperatura elevada, y se trasforman, sin variar su peso, en una masa trasparente, vidriosa y amarillenta.

La disolucion de mellonuro de potasio precipita de sus disoluciones todas las sales de los metales propiamente dichos, y las de los metales terreos.

Es fácil esplicar la formacion de este cuerpo, cuando se funde

una mezcla de sulfocianuro de potasio y de mellon; en efecto, el sulfocianógeno es desalojado de su combinacion, y se descompone, á la temperatura tan elevada á que se halla espuesto, en azufre, sulfuro de carbono y mellon.

Cuando se funde el cloruro de antimonio con el sulfocianuro de potasio en la proporcion de 1 átomo del primero y 4 del segundo, se forman 3 átomos de cloruro de potasio, 1 de sulfuro de antimonio, 2 de carburo de azufre y 1 de melionuro de potasio, en tanto que 1 átomo de azufre queda en libertad, como lo indican las fórmulas siguientes:

4 át. de sulfocianuro de potasio	=	$C_8\ N_8\ S_8\ K_4$
1 át. de cloruro de antimonio	=	$Cl_6\ Sb_2$
componen	=	$C_8\ N_8\ S_8\ K_4\ Cl_6\ Sb_2$
3 át. de cloruro de potasio	=	$K_3\ Cl_6$
1 át. de sulfuro de antimonio	=	$S_3\ Sb_2$
2 át. de sulfuro de carbono	=	$C_2\ S_4$
1 át. de mellonuro de potasio	=	$C_6\ N_8\ K$
1 át. de azufre	=	S
forman tambien	=	$C_8\ N_8\ S_8\ K_4\ Cl_3\ Sb_2$

Finalmente, cuando para preparar el sulfocianuro de potasio se funde el ferrocianuro de potasio con azufre, se obtiene sulfocianuro de potasio y sulfocianuro de hierro; 4 átomos de este último se descomponen y producen otros 4 de sulfuro de hierro, 4 $Fe\ S$, 2 de sulfuro de carbono, 2 $C\ S_2$ y 1 de mellon, $C_6\ N_8$, que descompone por su parte 1 átomo de sulfocianuro de potasio en mellonuro de potasio y sulfocianógeno: este último se descompone tambien en el momento que se produce, en azufre, sulfuro de carbono y mellon.

PRODUCTOS DE LA DESCOMPOSICION DEL MELLON Y DE SUS DERIVADOS.

Accion del ácido nítrico sobre el mellon; ácido cianílico.

Fórmula: $C_6\ N_6\ H_6\ O_6$ (J. L.)

El mellon se descompone por la accion prolongada del ácido nítrico hirviendo. Esta descomposicion va acompañada de un desprendimiento de gas, y el líquido deposita por la evaporacion unos octaedros incoloros y anhidros. Si se disuelven estos cristales en agua hirviendo, se obtienen por el enfriamiento unas láminas nacaradas sumamente blancas, que son el ácido cianílico, las cuales retienen cierta cantidad de agua. La composicion de este ácido es la misma que la del ácido cianúrico; y contiene, del mismo que este, 4 átomos de agua de cristalizazion que pierde á 100°, en cuyo caso se vuelve opaco y se convierte en un polvo blanco.

Si se somete el ácido cianílico á la destilacion seca se trasforma en hidrato de ácido ciánico. El ácido sulfúrico y la potasa cáustica le disuelven y convierten en ácido cianúrico.

Los conocimientos que poseemos en la actualidad, respecto á este ácido, son muy escasos.

Se puede hasta cierto punto esplicar su formacion, considerando que de la union de 1 átomo de mellon y de 6 de agua puede resultar 1 átomo de ácido cianílico y 1 equivalente de amoniaco. En efecto, se halla este último cuerpo combinado con el amoniaco; sin embargo no satisface esta esplicacion, porque no nos indica el por qué el ácido nítrico es el único cuerpo que hace esperimentar al mellon esta descomposicion.

Accion de la potasa sobre el mellon.

Hirviendo el mellon en una solucion de potasa cáustica, se disuelve con desprendimiento de amoniaco; el líquido produce por la evaporacion una sal de potasa que cristaliza en agujas largas. Tratando la disolucion todavía caliente por el ácido acético, se precipita una combinacion de potasa bajo la forma de láminas brillantes. Si se disuelve esta combinacion en el ácido nítrico diluido, produce una sustancia exenta de potasa, que cristaliza en agujas trasparentes y muy lustrosas; su disolucion forma con las sales de plata un precipitado blanco que contiene 58 por ciento de plata, y no se disuelve en el ácido nítrico diluido.

Acido persulfocianhídrico.

Fórmula: $C_2 N_2 S_3 H_2 = Cy_2 S_3 H_2$ (WOSKRESENSKY).

Este ácido es un producto de la descomposicion del ácido sulfocianhídrico.

Fundiendo el sulfocianuro de potasio en una corriente de ácido

Ammélina.

Fórmula : $C_6 N_{10} H_{10} O_2$.

6 át. de carbono	= 458,610 —	28,5532
10 át. de nitrógeno	= 885,200 —	55,1103
10 át. de hidrógeno	= 62,397 —	3,8848
2 át. de oxígeno	= 200,000 —	12,4517
1 át. de ammélina	= 1606,207 —	100,0000

La ammélina es una base susceptible de formar sales ; ha sido descubierta por J. L. en la descomposicion del mélam y de la mélamina por los ácidos y álcalis.

Preparacion.

Cuando se prepara la mélamina descomponiendo el mélam por una disolucion de potasa cáustica, se obtiene un líquido que, despues de depositar toda la mélamina que tenia en disolucion, contiene todavía ammélina disuelta en la potasa. Tratando el líquido separado de la mélamina , por el ácido acético , se obtiene la ammélina bajo la forma de un precipitado blanco gelatinoso, que se lava despues y redisuelve en el ácido nítrico diluido.

Evaporando esta disolucion se obtienen unos cristales de nitrato de ammélina puro , los cuales se disuelven de nuevo en el mismo ácido diluido , y se trata el líquido por el carbonato de amoniaco, á fin de precipitar la ammélina. Por este medio se obtiene la ammélina perfectamente pura, la que se lava despues y deseca.

Se la puede tambien obtener disolviendo el mélam en el ácido clorohídrico diluido, é hirviendo y evaporando el líquido , en cuyo caso se forman unos cristales de clorohidrato de ammélina y de mélamina , que se les redisuelve en el agua hirviendo. Tratando esta disolucion por el amoniaco cáustico , se precipita la ammélina que es preciso lavarla despues.

Evaporando el líquido y las aguas de locion , se consiguen unos cristales de clorohidrato de mélamina.

Propiedades.

El precipitado de ammélina es sumamente blanco, y está compuesto de agujitas sedosas y brillantes. La ammélina es insoluble en el agua, en el alcohol y en el éter, pero se disuelve en los álcalis cáusticos. Sometida á la destilacion seca, produce un sublimado cristalino, amoniaco y un resíduo de mellon puro. Se disuelve en los ácidos, y forma sales cristalizables.

La accion prolongada de los ácidos diluidos é hirviendo y la del ácido sulfúrico concentrado, la descomponen; se apodera de los elementos de 1 átomo de agua, y produce amoniaco y ammélida.

Cuando se la funde con hidrato de potasa, se trasforma en presencia de los elementos de 1 átomo de agua, en amoniaco y en cianato de potasa.

COMBINACIONES DE LA AMMÉLINA CON LOS ACIDOS.

Sales de ammélina.

La ammélina es una base muy débil, que solo se combina con los ácidos enérgicos y nunca con los orgánicos. Las sales que forma son cristalinas; ejercen una reaccion ácida, y se descomponen por el agua que separa de ellas la ammélina. Si se mezcla el nitrato con algunas de las sales formadas por los metales propiamente dichos, se obtienen precipitados cristalinos, que son unas sales dobles básicas, compuestas de 1 átomo de ácido, 1 de ammélina y otro de un óxido metálico. Las sales de ammélina constituidas por los oxácidos, contienen, como las de amoniaco, 1 átomo de agua, sin el cual no pueden existir; las sales dobles son básicas y anhidras.

Nitrato de ammélina.

Cristaliza en láminas voluminosas, ó en largos prismas cuadrangulares; cuando se le espone á la accion del fuego, se funde y deja un resíduo de ammélida, en tanto que se desprende ácido nítrico, y los productos de la descomposicion del nitrato de amoniaco.

Ammélida.

Su fórmula es: $C_{12}\ N_{18}\ H_{18}\ O_6$.

12 át. de carbono	=	917,220 —	28,4444
18 át. de nitrógeno	=	1593,360 —	49,4102
18 át. de hidrógeno	=	112,315 —	3,5388
6 át. de oxígeno	=	600,000 —	18,6066
1 át. de ammélida	=	3222,895 —	100,0000

La ammélida ha sido descubierta por J. L. Es un producto de la descomposicion del mélam, de la mélamina y de la ammélina, por los ácidos concentrados.

Preparacion.

Se obtiene disolviendo el mélam, la mélamina ó la ammélina en el ácido sulfúrico concentrado, y tratando la disolucion por el alcohol; es preciso lavar con agua fria la ammélida que se precipita, hasta que se la prive completamente del ácido que la adhiere, y purificarla despues disolviéndola en el ácido nítrico, y precipitándola por el carbonato de amoniaco.

Propiedades.

La ammélida es un polvo blanco insoluble en el agua, en el alcohol y en el éter, y soluble en los álcalis y en los ácidos enérgicos: con el ácido nítrico forma una combinacion cristalina, que se descompone por el agua. Si se la espone á la accion continuada de los ácidos nítrico ó sulfúrico diluidos é hirviendo, se descompone completamente en amoniaco y en ácido cianúrico. Cuando se añade un pequeño esceso de nitrato de plata á una disolucion caliente y saturada de ammélida en el ácido nítrico diluido, y se vierte despues amoniaco cáustico hasta que se forme un precipitado constante, el líquido deposita, por el enfriamiento, unos copos blancos coagulosos. Este producto es la ammélida, en la que 2 átomos de agua se hallan reemplazados por otros 2 de óxido de plata: $C_{12}\ N_{18}\ H_{14}\ O_4 + 2\ Ag\ O$. Este compuesto es insoluble en el agua; se ennegrece por la accion de la luz, y se disuelve en el ácido nítrico

evaporando esta disolucion, se obtienen unos cristales incoloros: $2(N_2 O_5, Ag) + C_{12} H_{18} N_{18} O_6$.

Teoría de la constitucion de la mélamina, de la ammélina y de la ammélida.

En la tabla que sigue, se ha tratado de dar razon de las propiedades básicas de la mélamina y de la amméline, y del modo como se derivan la ammélida y el ácido cianúrico. Suponiendo que estas diferentes materias contienen el mismo radical que el ácido cianúrico, mas una combinacion formada por un número igual de átomos de nitrógeno y de hidrógeno, que designaremos por M, sus respectivas fórmulas tomarán las formas siguientes: $M = H N$;

$Cy_6 O_6 + H_6 =$ ácido cianúrico.
$Cy_6 M_6 + H_6 =$ mélamina.
$Cy_6 M_4 O_2 + H_6 =$ amméline.
$Cy_6 M_3 O_3 + H_6 =$ ammélida.
$Cy_6 O_3 O_3 + H_6 =$ ácido cianúrico.

Se vé pues, que el ácido cianúrico forma el principio y el fin de la série. En la mélamina, los 6 átomos de oxígeno del ácido cianúrico se hallan reemplazados por 6 M ($N_6 H_6$); en la amméline, 4 átomos de oxígeno lo están por 4 M; estas dos sustancias son bases susceptibles de formar sales. La ammélida carece ya de propiedades básicas; está formada de ácido cianúrico, en el que la mitad del oxígeno se encuentra reemplazado por 3 M; finalmente, cuando todo el cuerpo M lo está por el oxígeno, se forma nuevamente el ácido cianúrico. Las propiedades básicas de estas sustancias disminuyen en la misma proporcion que aumenta la cantidad de oxígeno en el radical. Podemos comparar el ácido cianúrico al fosfórico, y la mélamina al fosfuro de hidrógeno ó al amoniaco. Del mismo modo que este último cuerpo, la mélamina se combina directamente con los hidrácidos, es decir, sin la intervencion del agua.

En las combinaciones que forma con los oxácidos, se halla 1 átomo de agua, el cual debe existir bajo la misma forma que en las sales de amoniaco.

por una materia muy nitrogenada. En esta descomposicion, el ácido ciánico hidratado y el amoniaco se combinan en el cuello de la retorta y forman uréa. Disolviendo la ciamélida en la potasa cáustica produce cianurato de potasa.

El ácido úrico se disuelve en el ácido nítrico diluido con una viva efervescencia; los gases que se desprenden contienen volúmenes iguales de ácido carbónico y de nitrógeno, y en la disolucion existe alloxantina, uréa, ácido parabánico y amoniaco. Si se concentra el líquido y se añade un esceso de amoniaco, se nota que toma un color rojo de púrpura: éste es uno de los caractéres que sirven para reconocer este ácido.

Fundiendo el ácido úrico con el hidrato de potasa produce carbonato y cianato de potasa, y cianuro de potasio. Si se le trata en el agua hirviendo, por el peróxido de plomo de color de pulga, se trasforma en allantoina y ácido oxálico, y se separa uréa. Es insoluble en el alcohol y en el éter. Segun FRITSCHE, forma con el ácido sulfúrico una combinacion cristalina.

Si se introduce el ácido úrico y un poco de agua en un tubo cerrado á la lámpara, y se le espone á la temperatura de 200°, se convierte, sin desprendimiento de gas, en un líquido amarillo y transparente, que se solidifica por el enfriamiento, y forma una masa gelatinosa del mismo color, la cual es soluble en el agua fria é hirviendo; en contacto con los álcalis desprende amoniaco, y con los ácidos produce precipitados gelatinosos. Hace efervescencia con el ácido nítrico caliente; si se evapora esta disolucion produce una masa rojiza, que tratada por el amoniaco toma un color de púrpura.

Uratos.

El ácido úrico se combina con los óxidos metálicos, sin abandonar el agua, en lo que difiere de los demas ácidos. Los uratos formados por los metales alcalinos y por los metales alcalinos terreos son poco solubles en el agua fria, pero se disuelven perfectamente en el mismo líquido hirviendo; un esceso de álcali aumenta su solubilidad. Forma con el amoniaco y con los demas óxidos metálicos sales insolubles, que por lo general tienen un color blanco.

Todos los uratos se descomponen por los ácidos, y aun por el ácido acético; el ácido úrico que queda aislado, aparece en un principio en estado gelatinoso, pero se trasforma al poco tiempo en unas láminas delgadas y brillantes.

Urato de potasa.

Fórmula: $C_{10} N_8 H_8 O_6$, KO = *Ur*, KO.

Se prepara disolviendo el ácido úrico impuro ó bien los escrementos de las serpientes, en una disolucion diluida é hirviendo de potasa cáustica, y filtrando despues el líquido para separar las partes insolubles. El líquido evaporado deposita por el enfriamiento urato de potasa bajo la forma de una papilla blanca y cristalina. Lavando esta papilla con agua fria, se convierte, por la desecacion, en un polvo sedoso y brillante, compuesto de agujas muy finas.

Esta sal es muy poco soluble en el agua fria: su disolucion ejerce una reaccion alcalina casi imperceptible.

El ácido úrico es mas soluble en el carbonato de potasa que en el agua, y se apodera de la mitad de la potasa que contiene esta sal.

El urato de potasa contiene pesos atómicos iguales de potasa y de ácido úrico.

Urato de sosa.

Fórmula: $C_{10} N_8 H_8 O_6$, *Na* O = *Ur*, *Na* O.

El ácido úrico se conduce con la sosa cáustica y con el carbonato de sosa del mismo modo que con la potasa.

El urato de sosa se forma tambien hirviendo el borato de sosa con el ácido úrico.

Segun WOLLASTON, las concreciones que se forman en las articulaciones de los gotosos, están constituidas en su mayor parte de urato de sosa.

Allantoina.

Sinónimo: *ácido allantoico.*

Fórmula: $C_4 H_6 N_4 O_3$, ó bien $Cy_4 + 3\,aq.$ (WOEHLER y J. L.)

Composicion:

4 át. de carbono	=	305,74 —	30,66
6 át. de hidrógeno	=	37,44 —	3,75
4 át. de nitrógeno	=	354,08 —	35,50
3 át. de oxígeno	=	300,00 —	30,09
1 át. de allantoina	=	997,26 —	100,00

VAUQUELIN y BUNIVA han encontrado este cuerpo en el líquido

allantóico de las vacas. WOEHLER y J. L. le han obtenido artificialmente tratando el ácido úrico por el óxido de plomo de color de pulga.

Se prepara hirviendo 1 parte de ácido úrico en 2 de agua, y añadiendo por pequeñas porciones óxido de plomo de color de pulga, mientras tanto que este cambia de color. Se filtra el líquido hirviendo, y se le evapora hasta que principien á formarse cristales en su superficie. Cuando el líquido está enteramente frio, se tratan los cristales con agua, á fin de purificarles por nuevas cristalizaciones.

Tambien se le puede obtener evaporando á un calor suave el líquido allantóico de las vacas hasta reducirle á una cuarta parte de su volúmen. Los cristales que se depositan por el enfriamiento se tratan despues por el carbon animal, y se obtienen por este medio perfectamente puros.

La allantoina que se produce por medio del ácido úrico tiene ordinariamente poco color, y á lo mas suele ser amarillenta. Cuando se evaporan en baño de maría las aguas madres hasta la consistencia siruposa, se obtienen por el enfriamiento unos cristales prismáticos, que no son otra cosa que uréa, la cual, por lo general, tiene un color amarillento, y contiene todavía algunos restos de allantoina, de la que se le puede privar fácilmente por medio del alcohol, ó simplemente por el agua fria. El precipitado blanco en que se ha convertido el óxido de plomo de color de pulga es oxalato de plomo.

Propiedades.

Cristaliza en prismas brillantes, incoloros, de aspecto vitreo, que se derivan del romboedro. Es insípida, no ejerce accion alguna sobre los colores vejetales, se disuelve en 160 partes de agua fria, y en mayor cantidad en este líquido hirviendo. Es soluble en el ácido nítrico, y se descompone por la ebulicion, sin que desprenda ácido hiponítrico.

Segun su composicion contiene los elementos del oxalato de amoniaco anhidro, menos 3 átomos de agua; esta es la razon de que produzca oxalato alcalino y amoniaco, cuando se descompone por los álcalis hirviendo. El ácido sulfúrico concentrado la descompone á un calor moderado en óxido de carbono, ácido carbónico y sulfato de amoniaco; cuando se eleva repentinamente la temperatura, la ennegrece.

Se disuelve con el ausilio del calor en los álcalis cáusticos y carbonados, de cuyas disoluciones cristaliza sin esperimentar alteracion,

Si se añaden algunas gotas de amoniaco á una disolucion de la allantoina en el agua hirviendo, se obtiene un líquido que, con el nitrato de plata, produce un precipitado blanco. Este precipitado contiene 43,54 por ciento de óxido de plata; su composicion se espresa por la fórmula $C_8\,N_8\,H_{10}\,O_5 + Ag\,O$; es decir, 2 átomos de allantoina $C_8\,N_8\,H_{12}\,O_6$, en la que 1 átomo de agua se halla reemplazado por otro de óxido de plata.

Teoría.

Cuando se descompone el ácido úrico por el óxido de plomo de color de pulga, 2 átomos de este pierden la mitad de su oxígeno, el cual con 3 átomos de água, se une á los elementos del ácido urílico, y produce de esta manera 2 de ácido oxálico, 1 de allantoina y otro de uréa.

$$2\,Pb\,O + \begin{matrix} C_4\,O_4 \\ O_2 \end{matrix} + \begin{matrix} N_4\,C_4 \\ H_6\,O_3 \end{matrix} = \left\{\begin{matrix}\text{1 át. de ác. urílico} \\ \text{1 át. de uréa.}\end{matrix}\right\} = \begin{matrix}\text{1 át. de} \\ \text{ác. úrico.}\end{matrix}$$

---

2 átomos de oxalato de plomo + 1 át. de allant. + 1 át. de uréa.

Alloxana.

Su fórmula es: $C_8\,N_4\,H_8\,O_{10}$.
Composicion:

8 át. de carbono	=	611,480 —	30,34
4 át. de nitrógeno	=	354,080 —	17,55
8 át. de hidrógeno	=	49,918 —	2,47
10 át. de oxígeno	=	1000,000 —	49,64
1 át. de alloxana	=	2015,478 —	100,00

La alloxana es el ácido erítrico de BRUGNATELLI. WOEHLER y J. L. son quienes la han hallado en la descomposicion del ácido úrico.

Preparacion.

Para prepararla, se echa por pequeñas porciones 1 parte de ácido úrico seco en 4 de ácido nítrico de 1,41 ó 1,5: el ácido úrico se disuelve con efervescencia y desprendimiento de calor. Es pre-

ciso evitar el que se eleve demasiado la temperatura, teniendo cuidado de enfriar el vaso, mientras se ejecuta la operacion, y de no descomponer á la vez sino una cantidad muy corta de ácido úrico. Se forman poco á poco unos cristales granudos, blancos y brillantes, y el líquido se convierte muy pronto en una masa. Despues se coloca la papilla obtenida en un embudo de vidrio, á fin de que se escurra, y en seguída se la deseca sobre un ladrillo poroso. Para que resulten los cristales perfectamente puros, se les redisuelve en agua hirviendo y cristaliza de nuevo.

Propiedades.

Una disolucion de alloxana incompletamente saturada á la temperatura de la ebulicion, deposita por el enfriamiento unos octaedros de base romboidal, incoloros, trasparentes, muy lustrosos, que con frecuencia tienen una pulgada de diámetro. Estos cristales son muy eflorescentes y pierden un 25 por ciento de agua = 6 átomos. A un calor suave se convierte en alloxana anhidra, que llena las cavidades que forman los cristales gruesos. Cristalizando en caliente una disolucion saturada de alloxana, se obtiene desde luego alloxana anhidra en prismas romboidales oblícuos, que se asemejan á unos octaedros de base romboidal, truncados en sus ángulos sólidos.

Es muy soluble en el agua; tiene un olor nauseabundo y un sabor salado ligeramente astringente. Enrojece los colores vegetales y tiñe la piel de púrpura. Por la accion de los álcalis se convierte en ácido alloxánico; si se opera á la temperatura de la ebulicion, se trasforma en uréa y en ácido mesoxálico. El óxido de plomo de color de pulga la descompone, con el ausilio del calor, en uréa y carbonato de plomo mezclado con indicios de oxalato de este metal. El hidrógeno sulfurado, el cloruro de estaño ó el zinc y el ácido clorohídrico la convierten en alloxantina. Un esceso de amoniaco la trasforma en ácido micomelínico; al ácido nítrico en ácido parabánico, el sulfúrico ó clorohídrico en alloxantina; el sulfuroso y el amoniaco en tionurato de amoniaco, la alloxantina y el amoniaco en murexida.

Si se la trata simultáneamente por un álcali y una sal de protóxido de hierro, produce un líquido de color azul de añil. No se puede combinar con los óxidos metálicos sin que se descomponga.

Teoría.

La formacion de la alloxana y de los otros productos accesorios depende de dos descomposiciones simultáneas distintas, á saber: de la trasformacion del ácido urílico en alloxana, y de la descomposicion de la uréa por el ácido nitroso. 4 átomos de agua y 2 de oxígeno del ácido nítrico se unen á los elementos del ácido urílico y forman alloxana y ácido nitroso. Este último se combina con el amoniaco de la uréa y forma nitrito de amoniaco y ácido ciánico libre: el nitrito de amoniaco se descompone por la accion del calor en nitrógeno y en agua, en tanto que el ácido ciánico, uniéndose á los elementos del agua, produce ácido carbónico y amoniaco que se combina con el ácido nítrico libre.

1 át. de ácido urílico	=	$C_8 N_4 O_4$
4 át. de agua	=	$H_8 O_4$
2 át. de oxígeno	=	O_2
1 át. de alloxana	=	$C_8 N_4 H_8 O_{10}$

$C_2 N_4 H_8 O_4$ uréa
$N_2 O_3$ ácido nitroso.

$C_2 N_6 H_8 O_5 = C_2 O_4 + N_4 + N_2 H_6 + H_2 O.$
ác. carbónico — nitrógeno — amoniaco — agua.

Sucede comunmente que cuando se purifica la alloxana impura por medio de la cristalizacion, se obtiene al mismo tiempo alloxantina, la que se puede separar con facilidad de la alloxana por el agua fria. (Véase alloxantina).

Acido alloxánico.

La fórmula del ácido anhidro es: $C_4 N_2 H_2 O_4$;

4 át. de carbono	=	305,74 —	34,15
2 át. de nitrógeno	=	177,04 —	19,77
2 át. de hidrógeno	=	12,48 —	1,39
4 át. de oxígeno	=	400,00 —	44,69
1 át. de ácido alloxánico,	=	895,26 —	100,00

Este producto, que es el resultado de la metamorfosis que esperimenta la alloxana por los álcalis cáusticos, ha sido descubierto por WOEHLER y J. L.

Preparacion.

Se obtiene descomponiendo el alloxanato de barita por el ácido sulfúrico.

Propiedades.

La disolucion de este cuerpo es muy ácida, y cristaliza por la evaporacion en agujas agrupadas que parten de un centro comun. Tiene la propiedad de disolver el zinc con desprendimiento de hidrógeno.

El hidrógeno sulfurado no le altera; en estado libre no precipita las sales de plata, de barita ni las de cal. El ácido alloxánico anhidro contiene los elementos de $\frac{1}{2}$ átomo de alloxana menos 1 átomo de agua.

ALLOXANATOS.

El ácido alloxánico neutraliza completamente las bases, y descompone los carbonatos; si se le neutraliza con el amoniaco, produce un precipitado blanco en las sales de plata, el cual, sometido á la ebulicion, toma primero un color amarillo y despues negro, notándose una efervescencia. El ácido alloxánico saturado de amoniaco forma precipitados blancos gelatinosos en las sales de cal, de estronciana y de barita, los cuales se disuelven completamente en un esceso de agua, y con mas facilidad en los ácidos. Las disoluciones de los alloxanatos neutros de cal, de estronciana y de barita se enturbian cuando se las hierve; el precipitado que se forma es una mezcla de mesoxalatos, de carbonatos y de alloxanatos de estas bases, y queda en disolucion uréa y ácido mesoxálico.

Alloxanato de barita.

Su fórmula es: $C_4 N_2 H_2 O_4$, $BaO + 4\,aq$.

Preparacion.

Para prepararle, se vierte en una disolucion acuosa de alloxana saturada en frio y calentada á 60°, agua de barita, hasta tanto que el precipitado que se ha formado desaparezca agitando la mezcla. Cuando el precipitado que se produce principia á no redisolverse,

se añade todavía algunas gotas de alloxana, á fin de que desaparezca, y se deja enfriar el líquido que deposita cristales de alloxanato de barita. Tratando despues las aguas madres por el agua de barita del modo que queda indicado, se obtiene una nueva cantidad de alloxanato de barita cristalizado.

Propiedades.

Cristaliza en agujitas trasparentes ó en laminitas nacaradas, que á 100° se vuelven opacas y pierden 2 átomos de agua, y á 150° quedan en estado anhidro.

Es poco soluble en el agua fria, mucho mas en la caliente, y cuando se le calcina, deja por resíduo carbonato de barita, mezclado con cianuro de bario.

Alloxanato de plata.

Su fórmula es: $C_4 N_2 H_2 O_4 + Ag O$.

Es un precipitado blanco insoluble en el agua. Detona débilmente cuando se le calienta, y el resíduo produce por la calcinacion, ácido ciánico y plata metálica.

Acido mesoxálico.

La fórmula del ácido hidratado es: $C_6 O_9 H_2 + 4 H_2 O$, ó bien $C_3 O_4 + 2 H_2 O$.

El ácido mesoxálico ha sido analizado, en combinacion con el óxido de plomo. WOEHLER y J. L. han hallado que contiene 80,776 de óxido de plomo, 0,182 de hidrógeno y 6,82 de carbono, resultados que nos conducen á la fórmula:

6 át. de carbono	=	458,610 —	6,600
2 át. de hidrógeno	=	12,479 —	0,179
9 át. de oxígeno	=	900,000 —	12,791
4 át. de óxido de plomo	=	5578,000 —	80,430
1 át. de mesoxalato de plomo	=	6949,089 —	100,000

Preparacion.

Si se hierve una disolucion saturada de alloxanato de barita ó de estronciana, se precipita una mezcla de carbonato, de mes-

oxalato y de alloxanato de barita ó de estronciana. Evaporando el líquido, se forman unas costras cristalinas compuestas de uréa y de mesoxalato de barita, las cuales tratadas por el alcohol, se disuelve la uréa, y queda por resíduo el mesoxalato de barita. Cuando se vierte gota á gota una disolucion de alloxana en otra de acetato de plomo hirviendo, se forma un precipitado granujiento y muy pesado, de mesoxalato de plomo, y solo queda en el líquido ácido el esceso de acetato de plomo y uréa pura.

Se obtiene el ácido mesoxálico tratando el mesoxalato de barita ó de plomo por el ácido sulfúrico diluido.

Propiedades.

La disolucion del ácido mesoxálico es muy ácida, enrojece los colores vegetales, cristaliza y produce como el ácido alloxánico, cuando se la satura de amoniaco, precipitados blancos en las sales de barita, de cal y de estronciana. Estos precipitados son solubles en los ácidos y en mucha agua. Se puede hervir y evaporar la disolucion de ácido mesoxálico sin que se descomponga.

El carácter distintivo de este ácido es la accion que egerce sobre las sales de plata. En efecto, añadiendo nitrato de plata á una disolucion de ácido mesoxálico, neutralizada por el amoniaco, se obtiene un precipitado amarillo, que por poco que se caliente la mezcla, se vuelve negro, y se reduce produciendo una viva efervescencia.

Se ha hallado constantemente que la sal de plomo sometida á la análisis contenia una cantidad muy pequeña de cierta materia nitrogenada, que parecia ser cianato ó cianurato de plomo; y como no se la ha podido separar del mesoxalato de plomo, es muy probable que el hidrógeno hallado en las análisis provenga de esta materia. Segun esto, el ácido mesoxálico, tal como existe en las sales de plomo, no contendrá hidrógeno, y la composicion de esta sal deberá espresarse por la siguiente fórmula:

3 át. de carbono	=	229,305 —	6,71
4 át. de oxígeno	=	400,000 —	11,68
2 át. de óxido de plomo	=	2799,000 —	81,61
1 át. de mesoxalato de plomo	=	3428,305 —	100,00

Teoria.

Admitiendo esta hipótesis, se puede esplicar fácilmente cómo se forma este cuerpo por la descomposicion de la alloxana y del ácido alloxánico.

De 1 át. de alloxana $= C_8\ N_4\ H_8\ O_{10}$ se separa
1 át. de uréa $= C_2\ N_4\ H_8\ O_2$ de suerte

que quedan los elementos de 2 át. de ácido $C_6 \quad O_8$ mesoxálico anhidro.

El mesoxalato de barita, cuya preparacion hemos indicado anteriormente, contiene 56 por ciento de barita, que corresponde á la composicion de una sal, cuya fórmula es:

$$C_3\ O_4 + \left.\begin{matrix} Ba\ O \\ aq. \end{matrix}\right\}$$

Dos átomos de ácido alloxánico hidratado, 2 $(C_4\ N_2\ H_2\ O_4) + 2\ H_2\ O$, esperimentan por el acetato de plomo la misma descomposicion que 1 átomo de alloxana.

Acido micomelínico.

Su fórmula es: $C_{16}\ N_{16}\ H_{20}\ O_{10}$.

		Calculado.	Hallado.
16 at. de carbono	= 1222,960	32,49	32,877
16 át. de nitrógeno	= 1416,320	37,62	38,363
20 át. de hidrógeno	= 124,795	3,31	3,555
10 át. de oxígeno	= 1000,000	26,58	25,205
1 át. de ácido micomelínico	= 3764,075	100,00	100,000

Ha sido descubierto por WOEHLER y J. L., descomponiendo la alloxana por el amoniaco.

Preparacion.

Se obtiene añadiendo un esceso de amoniaco á una disolucion de alloxana, é hirviendo en seguida la mezcla; despues se sobresa-

tura el líquido con ácido sulfúrico diluido, y se le hierve todavía algunos minutos mas.

Propiedades.

Cuando el ácido micomelínico está recien precipitado, es gelatinoso y amarillo, y se trasforma por la desecacion en un polvo poroso, del mismo color, soluble en el agua caliente y casi insoluble en este líquido frio. La disolucion egerce una reaccion ligeramente ácida, enrojece el tornasol y descompone los carbonatos alcalinos. El ácido micomelínico es soluble en los álcalis cáusticos, y se descompone por la ebulicion, abandonando amoniaco. Con el óxido de plata, forma una sal amarilla, insoluble en el agua.

Teoría.

Un átomo de alloxana en union con 2 equivalentes de amoniaco se descompone en ácido micomelínico y en agua.

Alloxana.		Amoniaco.		Ac. micomelínico.		Agua.
$C_8 N_4 H_8 O_{10}$	+	$N_4 H_{12}$	=	$C_8 N_8 H_{10} O_5$	+	$5 H_2 O$.

Micomelinato de amoniaco.

Su fórmula es: $C_{16} N_{18} H_{26} O_{10} = C_{16} N_{16} H_{20} O_{10} + N_2 H_6$.

1 át. de ácido micomelínico	=	3764,075
1 equivalente de amoniaco	=	214,478
1 át. de micomelinato de amoniaco	=	3978,553

La alloxana cristalizada se disuelve con el ausilio del calor en el amoniaco cáustico concentrado, y le hace tomar un color rojo oscuro, el cual desaparece cuando se hierve el líquido, y se obtiene por el enfriamiento un precipitado granudo ó en forma de copos, de color amarillento, que es el micomelinato de amoniaco, cuya composicion se espresa por la fórmula anterior.

El líquido en que se ha depositado esta sal, contiene alloxanato y mesoxalato de amoniaco y uréa.

El micomelinato de amoniaco se disuelve con mas facilidad en caliente que en frio; su disolucion forma unos copos gelatinosos por la accion de los ácidos, y produce precipitados amarillos con las sales metálicas.

Acido parabánico.

La fórmula del ácido cristalizado es : $C_6 N_4 O_4 + 2\ aq.$

6 át. de carbono	=	458,61	—	31,91
4 át. de nitrógeno	=	354,08	—	24,62
4 át. de oxígeno	=	400,00	—	1,73
2 át. de agua	=	224,96	—	41,74
1 át. de ácido parabánico cristalizado	=	1437,65	—	100,00

WOEHLER y J. L. le han hallado en los productos de la descomposicion del ácido úrico y de la alloxana por el ácido nítrico.

Preparacion.

Se mezcla 1 parte de ácido úrico ó de alloxana con 8 de ácido nítrico no muy concentrado ; se evapora el líquido hasta que adquiera una consistencia siruposa , y se le abandona á sí mismo : en este caso se forman poco á poco unas láminas incoloras, que se purifican por sucesivas cristalizaciones.

Propiedades.

Este ácido cristaliza en prismas de 6 planos , delgados, trasparentes é incoloros , de un sabor bastante ácido , análogo al del ácido oxálico ; es muy soluble en el agua y no se efloresce al aire ni por la accion del calor. Cuando se le funde , una parte se sublima y la otra se descompone con produccion de ácido cianhídrico. La disolucion de ácido parabánico , neutralizada por el amoniaco, produce en las sales de plata un precipitado blanco , que contiene 70,62 por ciento de óxido de plata.

Si se calienta la disolucion de ácido parabánico neutralizada por el amoniaco , este ácido se trasforma en el oxalúrico.

Teoría.

Antes de que el ácido úrico se trasforme en ácido parabánico por la accion del ácido nítrico , produce alloxana, que combinándose con 2 átomos de oxígeno , forma por lo tanto 2 átomos de ácido carbónico , 4 de agua y 1 de ácido parabánico.

Acido oxalúrico.

Su fórmula es : $C_6 N_4 H_6 O_7 + aq.$

6 át. de carbono	=	458,61	—	29.59
4 át. de nitrógeno	=	354,08	—	22,84
6 át. de hidrógeno	=	37,44	—	2,41
7 át. de oxígeno	=	700,00	—	45,16
1 át. de ácido oxalúrico anhidro	=	1550,13	—	100,00
1 át. de agua	=	112,48	—	6,76
1 át. de ácido oxalúrico cristalizado	=	1662,61		

Ha sido descubierto por WOEHLER y J. L.; segun estos químicos, el ácido cristalizado contiene en 100 partes ;

	Hallado.		Calculado.
C	27,000	—	27,59
N	21,218	—	21,29
H	3,122	—	3,00
O	48,060	—	48,12

Es un producto de la descomposicion del ácido parabánico.

Preparacion.

Se obtiene tratando una disolucion saturada é hirviendo del oxalurato de amoniaco por el ácido sulfúrico ó clorohídrico diluidos, y enfriando con prontitud el líquido, por cuyo medio el ácido oxalúrico se precipita bajo la forma de un polvo blanco cristalino. Se lava el precipitado con agua fria, hasta que neutralizando por el amoniaco las aguas de locion, produzcan con las sales de cal un precipitado enteramente soluble en el agua caliente.

Propiedades.

El polvo ligero y cristalino que resulta, tiene un color sumamente blanco, un sabor muy ácido, y enrojece el tornasol. Su disolucion saturada de amoniaco, forma con las sales de plata un precipitado blanco, soluble en el agua hirviendo.

Cuando se hierve una disolucion acuosa de ácido oxalúrico, se descompone completamente en ácido oxálico y oxalato de uréa.

Teoría.

El ácido oxalúrico se forma por la union de los elementos del ácido parabánico con 2 átomos de agua. El ácido cristalizado contiene los elementos de 2 átomos de ácido oxálico y de 1 de uréa; se le puede considerar como ácido úrico, en el que el ácido urílico se halla reemplazado por el oxálico.

Oxalurato de amoniaco.

Su fórmula es: $C_6\,N_4\,H_6\,O_7 + N_2\,H_6 + aq.$

Preparacion.

Se obtiene esta sal directamente vertiendo amoniaco en una disolucion hirviendo de ácido parabánico, ó todavía mejor, sobresaturando por el amoniaco una disolucion recien preparada de ácido úrico en el ácido nítrico. El líquido toma en un principio un color rojo de púrpura, el cual desaparece cuando se le evapora; adquiere despues un color amarillo claro, y se producen unas agujas duras, que se agrupan formando estrellas, las cuales tratadas por el carbon animal resultan enteramente puras por repetidas cristalizaciones.

Propiedades.

El oxalurato de amoniaco, como ya hemos dicho, cristaliza en agujas sedosas agrupadas en estrellas; es mas soluble en caliente que en frio; la disolucion no egerce la menor accion sobre los colores vejetales, y se la puede concentrar á la temperatura de la ebulicion, sin que se altere. La sal desecada no esperimenta pérdida de peso á 120°, pero á una temperatura mas elevada se descompone, y produce una cantidad considerable de ácido cianhídrico.

Tratando por los ácidos una disolucion concentrada de oxalurato de amoniaco, se forma un precipitado cristalino de ácido oxalúrico.

OXALURATOS.

El ácido oxalúrico forma con los álcalis sales muy solubles, y casi insolubles con las tierras alcalinas. Si se mezcla una disolu-

cion concentrada de oxalurato de amoniaco con otra de cloruro de calcio ó de bario, se forman, pasado cierto tiempo, unas láminas ó agujas trasparentes de oxalurato de barita ó de cal. La disolucion de oxalurato de cal produce, con un esceso de amoniaco, un precipitado gelatinoso de una sal básica, soluble en mucha agua.

Oxalurato de plata.

Se obtiene el oxalurato de plata tratando una disolucion hirviendo de oxalurato de amoniaco por el nitrato de plata: por el enfriamiento del líquido, se forman unas agujas largas, anhidras, transparentes y sedosas, que se descomponen sin detonacion á una temperatura elevada.

Acido tionúrico.

Su fórmula es: $C_8\,N_6\,H_{14}\,O_{14}\,S_2$.

8 át. de carbono	=	611,480
6 át. de nitrógeno	=	531,120
14 át. de hidrógeno	=	87,356
14 át. de oxígeno	=	1400,000
2 át. de azufre	=	402,320
1 át. de ácido tionúrico hidratado	=	3032,276

Segun las análisis de WOÉHLER y de J. L., el ácido anhidro contiene:

			En 100 partes.
8 át. de carbono	=	611,480	21,78
6 át. de nitrógeno	=	531,120	18,93
10 át. de hidrógeno	=	62,397	2,22
6 át. de oxígeno	=	600,000	21,37
2 át. de ácido sulfúrico	=	1002,320	35,70
2 át. de ácido tionúrico anhidro	=	2807,317	100,00
1 át. de agua	=	224,960	7,42
1 át. de ácido tionúrico hidratado	=	3032,277	

Este cuerpo es un ácido bibásico descubierto por WOEHLER

y J. L. Se forma por la accion simultánea del ácido sulfuroso y del amoniaco sobre la alloxana.

Preparacion.

Se obtiene descomponiendo el tionurato de plomo por el hidrógeno sulfurado.

Propiedades.

Se presenta bajo la forma de una masa cristalina compuesta de agujas muy finas: es inalterable al aire, muy soluble en el agua, de sabor ácido y enrojece fuertemente el tornasol. Si se hierve una disolucion concentrada de ácido tionúrico, se convierte en una papilla blanca y cristalina, que es la urámila; en el líquido que sobrenada existe ácido sulfúrico libre.

Contiene los elementos de 1 átomo de alloxana, 1 equivalente de amoniaco y 2 átomos de ácido sulfuroso. Se puede considerar la uramila, como una combinacion de alloxana, menos 2 átomos de oxígeno con 1 equivalente de amoniaco y 2 átomos de agua. Si se espone al fuego el ácido tionúrico, 2 átomos de oxígeno de la alloxana se unen á 2 de ácido sulfuroso y resulta ácido sulfúrico, en tanto que los elementos del ácido urílico, del amoniaco y del agua, se combinan y forman la uramila.

Tionurato de amoniaco.

La fórmula de la sal cristalizada es: $C_8\ N_6\ H_{10}\ O_{12}\ S_2 + N_4\ H_{12} + 4\ aq$.

Contiene 1 átomo de ácido tionúrico, 2 equivalentes de amoniaco y 4 átomos de agua.

Segun las análisis de WOEHLER y de J. L., el tionurato de amoniaco desecado á 100°, contiene:

			EN 100 PARTES.	
			Hallado.	Calculado.
8 át. de carbono	=	611,480	17,39	17,40
10 át. de nitrógeno	=	885,200	25,17	25,19
26 át. de hidrógeno	=	162,233	4,90	4,68
8 át. de oxígeno	=	800,000	24,01	23,78
2 át. de ácido sulfúrico	=	1002,320	28,53	28,95
1 át. de tionurato de amoniaco	=	3461,233	100,00	100,00

Preparacion.

Se obtiene vertiendo á la temperatura ordinaria ácido sulfuroso en una disolucion acuosa y concentrada de alloxana, hasta que la mezcla despida olor de ácido sulfuroso libre: hecho esto, se satura el líquido por el carbonato de amoniaco, mientras se observa que se produce efervescencia, se añade despues amoniaco cáustico en esceso, y se hierve el todo por espacio de media hora. El tionurato de amoniaco cristaliza por el enfriamiento, y despues no hay mas que lavarle y desecarle.

Propiedades.

Cristaliza en laminitas nacaradas muy brillantes, que espuestas á la temperatura de 100° adquieren un color de rosa, y pierden 6 por ciento de agua de cristalizacion = 2 átomos: es muy soluble en caliente, pero apenas se disuelve en frio.

Si se calienta una disolucion de esta sal con un ácido mineral diluido, esperimenta la misma descomposicion que el ácido tionúrico. Cuando se la trata por otra disolucion de nitrato de plata, se deposita al poco tiempo plata metálica que tapiza las paredes de la vasija, formando una capa especular. Evaporando el tionurato de amoniaco en baño de maría con una cantidad de ácido sulfúrico menor que la que se necesita para neutralizar el amoniaco, se obtienen unas agujas muy finas y blancas de tionurato ácido de amoniaco. Cuando se hierve una disolucion de esta sal, se descompone en amoniaco y ácido uramílico.

TIONURATOS.

El ácido tionúrico forma con los álcalis sales muy solubles y cristalizables; las que produce con las tierras alcalinas, son poco solubles en el agua, ó insolubles, pero se disuelven fácilmente en los ácidos diluidos, y por lo general, contienen 1 átomo de ácido y 2 equivalentes de óxido metálico. Si se tratan estas sales por el ácido sulfúrico concentrado, se desprende ácido sulfuroso, por poco que se eleve la temperatura. Fundiéndolas con hidrato de potasa, dejan un resíduo que contiene sulfito de potasa.

Tionurato de cal.

Preparacion.

Se obtiene mezclando una disolucion hirviendo de tionurato de amoniaco con el nitrato de cal.

Cristaliza en prismas finos, cortos y sedosos.

Tionurato de barita.

Las disoluciones de los tionuratos, aunque estén muy diluidas, producen en las sales de barita unos copos gelatinosos, que se disuelven fácilmente en los ácidos.

Tionurato de plomo.

Esta sal pierde el agua á la temperatura de 100°, y contiene 2 átomos de óxido de plomo. Segun las análisis de WOÉHLER y J. L., está compuesta de:

			EN 100 PARTES.	
			Hallado.	Calculado.
8 át. de carbono	=	611,480	10,95	10,92
6 át. de nitrógeno	=	531,120	9,51	9,49
10 át. de hidrógeno	=	62,397	1,04	1,11
6 át. de oxígeno	=	600,000		10,74
2 át. de ácido sulfúrico	=	1002,320		17,91
2 át. de óxido de plomo	=	2789,000		49,83
1 át. de tionurato de plomo	=	5596,317		100,00

Se obtiene por doble descomposicion bajo la forma de un precipitado abundante y gelatinoso, que se convierte rápidamente, ínterin el líquido permanece caliente, en unas agujas cortas y blancas, las cuales pierden el agua cuando se las deseca, y adquieren un color de rosa. Si se las somete á la destilacion seca, producen uréa, y un cuerpo particular que cristaliza en láminas voluminosas.

Tionurato de zinc.

Forma unos cristales mamelonados, de color amarillo de limon.

Uramila.

Fórmula : $C_8\ N_6\ H_{10}\ O_6$.
Composicion:

8 át. de carbono	=	611,480	—	33,87
6 át. de nitrógeno	=	531,120	—	29,43
10 át. de hidrógeno	=	62,398	—	3,45
6 át. de oxígeno	=	600,000	—	33,25
1 át. de uramila	=	1804,998	—	100,00

Este cuerpo ha sido descubierto por WOEHLER y J. L., en los productos de la descomposicion del ácido tionúrico.

Se obtiene añadiendo ácido hidroclórico á una disolucion saturada é hirviendo de tionurato de amoniaco, hasta tanto que egerza una reaccion muy ácida; despues se continúa calentándola hasta que empiece á enturbiarse, y por último se la deja enfriar á fin de que cristalice, ó si no se puede hacer que continúe hirviendo hasta que se convierta en una papilla blanca.

La uramila cristaliza en penachos finos y duros, ó bien se presenta bajo la forma de un polvo blanco, brillante, compuesto de agujas sedosas muy delgadas. Es poco soluble en el agua caliente, é insoluble en la fria: se disuelve en el amoniaco y en los álcalis cáusticos, de cuyas disoluciones la precipitan los ácidos, sin esperimentar alteracion. Cuando se la coloca en una atmósfera que contenga algo de amoniaco, adquiere un color de rosa.

La disolucion amoniacal de uramila toma al aire un color rojo de púrpura, y deposita unas agujas cristalinas de un verde metálico. Si se la hierve con una disolucion acuosa de potasa, se descompone, y resulta ácido uramílico y amoniaco que se desprende. La uramila se disuelve en el ácido sulfúrico concentrado, y es precipitada de esta disolucion por el agua. Los ácidos diluidos hirviendo la hacen esperimentar una metamorfosis análoga á la que produce la potasa.

En presencia del óxido de mercurio y del de plata, se descom-

pone, á la temperatura de la ebulicion, en murexida, y reduce los óxidos al estado metálico. El ácido nítrico concentrado la trasforma en alloxana, se desprende ácido nitroso y se forma nitrato de amoniaco.

El modo como se forma este cuerpo es el siguiente:

Cuando el tionurato de amoniaco se descompone, abandona los elementos de 2 átomos de sulfato de amoniaco, y forma, por lo tanto, la uramila, que puede considerarse como ácido úrico, en el que la uréa se halla reemplazada por 1 equivalente de amoniaco y 2 átomos de agua.

La ecuacion siguiente da una idea perfecta de esta descomposicion:

$$C_8\ N_6\ H_{10}\ O_{12}\ S_2,\ 2\ N_2\ H_8\ O = C_8\ N_6\ H_{10}\ O_8 + 2\,(SO_3,\ N_2\ H_8\ O).$$

Acido uramílico.

Fórmula: $C_{16}\ N_{10}\ H_{20}\ O_{15}$.

Composicion:

16 át. de carbono	= 1222,960 —	32,76
10 át. de nitrógeno	= 885,200 —	23,71
20 át. de hidrógeno	= 124,795 —	3,34
15 át. de oxígeno	= 1500,000 —	40,19
1 át. de ácido uramílico	= 3732,955 —	100,00

Ha sido descubierto por WOEHLER y J. L. en la descomposicion de la uramila.

Preparacion.

Para prepararle, se disuelve el tionurato de amoniaco en agua fria, se añade á la disolucion saturada un poco de ácido sulfúrico, y se la evapora en baño de maría: pasado cierto tiempo el ácido uramílico se deposita en prismas transparentes, que presentan un aspecto vítreo. Si resulta un depósito pastoso que, disuelto en caliente en el amoniaco, produce por el enfriamiento tionurato de amoniaco, es prueba de que contenia tionurato ácido de amoniaco; en cuyo caso debe tratársele segunda vez por el ácido sulfúrico.

el agua saturada de cloro, se trasforma en alloxana; con las sales de plata produce un precipitado negro, que es plata metálica. Los álcalis la descomponen; el agua de barita produce un precipitado violado, que se descolora por el calor y termina por desaparecer.

coría.

Por la accion del ácido nítrico, el ácido urílico del ácido úrico se combina con 1 átomo de oxígeno y con los elementos de 5 de agua, y produce de este modo 1 átomo de alloxantina y ácido hiponítrico $N_2 O_4$, el que, en presencia del agua, se trasforma en los ácidos nitroso y nítrico; el ácido nitroso se descompone con la mitad de la uréa que queda en libertad, segun hemos dicho anteriormente, ínterin que la otra mitad de la uréa se combina con el ácido nítrico y forma nitrato de uréa.

Cuando se la prepara por medio de la alloxana, 1 átomo de oxígeno de esta se combina con el hidrógeno del ácido sulfhídrico, y forma agua, que hace parte de la composicion de la alloxantina; el azufre que ha quedado en libertad se deposita.

Cuando se somete la alloxana á la accion del ácido sulfúrico hirviendo, 2 átomos de ella se trasforman, en union con los elementos de otros 2 de agua, en 1 de alloxantina, 3 de ácido oxálico, 2 equivalentes de amoniaco y 2 átomos de ácido carbónico.

Hemos dicho anteriormente, que tambien se obtiene la alloxantina digeriendo en frio la alloxana, con zinc y ácido clorohídrico; si en vez de esto se hierve la mezcla y se la mantiene por algun tiempo á esta temperatura, el líquido deposita por el enfriamiento unos cristales brillantes, granudos y amarillos, casi insolubles en el agua hirviendo, que tienen propiedades enteramente diferentes de las de la alloxantina.

Productos de la descomposicion de la alloxantina.

Si se vierten algunas gotas de ácido nítrico en una disolucion hirviendo y saturada de alloxantina, se produce una ligera efervescencia debida al desprendimiento de gas nitroso. Evaporando el líquido hasta que adquiera una consistencia conveniente, se depositan, despues del enfriamiento, cristales de alloxana pura.

Cuando se hace pasar una corriente de hidrógeno sulfurado por una disolucion hirviendo de alloxantina, queda por resíduo una cantidad abundante de azufre, y el líquido se vuelve muy ácido y produce por el enfriamiento, despues de añadirle carbonato de amoniaco, una sal cristalizada en agujas blancas, muy finas, del-

gadas, sedosas y muy lustrosas, las que espuestas al aire ó á 100° toman un color rojo de sangre.

La fórmula de este compuesto amoniacal es: $C_8 N_6 H_{14} O_8$; se le puede considerar como una combinacion de ácido urílico con 1 equivalente de amoniaco $N_2 H_6$ y 4 átomos de agua. Cuando se separa el ácido de esta combinacion, se descompone en otros varios productos: le hemos denominado *ácido dialúrico*, porque sus propiedades se diferencian enteramente de las del ácido urílico.

Se obtiene uno de los productos de su descomposicion tratando la sal que forma con el amoniaco por los ácidos sulfúrico ó clorohídrico diluidos, y abandonándola al contacto del aire. Pasado algun tiempo, el líquido deposita unos cristales duros é incoloros, que tienen las mismas propiedades químicas que la alloxantina, pero que difieren por su forma: se ha dado á este cuerpo el nombre de *alloxantina dimorfa*. Se le obtiene igualmente calentando la uramila ó el ácido uramílico con los ácidos sulfúrico ó clorohídrico diluidos, hasta que se descomponga completamente.

Si se añade una disolucion de sal amoniaco á otra hirviendo de alloxantina, el líquido toma repentinamente un color rojo de púrpura, despues se descolora poco á poco, se enturbia y deposita unas laminitas brillantes é incoloras de uramila, las que, cuando se las deseca, se vuelven de color de rosa. La misma reaccion tiene lugar si se emplea el acetato, el oxalato ó cualquiera otra sal de amoniaco. El líquido contiene, despues de la descomposicion, alloxana y ácido clorohídrico libre.

2 átomos de alloxantina y 1 equivalente de amoniaco contienen los elementos de 1 átomo de uramila, 1 de alloxana y 4 de agua.

Cuando se calienta una disolucion de alloxantina con el amoniaco cáustico, se forma en un principio uramila y micomelinato de amoniaco, que se descomponen despues en otros productos por la accion prolongada del amoniaco y del aire.

Si se espone al aire una disolucion recien hecha de alloxantina en el amoniaco, absorbe poco á poco el oxígeno, y deposita cristales de oxalurato de amoniaco. 3 átomos de alloxantina, 7 de oxígeno y 6 equivalentes de amoniaco, contienen los elementos de 4 átomos de oxalurato de amoniaco y 5 de agua.

Calentando la alloxantina con el óxido de plata, éste se reduce con efervescencia, y el líquido contiene oxalurato de plata perfectamente puro. 3 átomos de oxígeno del óxido de plata descomponen 1 de alloxantina en 2 de ácido carbónico, 1 de agua y otro de ácido oxalúrico, que se combina con el óxido de plata que no se ha descompuesto.

Murexida y sales metálicas.

Si se trata por el nitrato de plata una disolucion acuosa de murexida á 30° ó 35°, se produce un precipitado rojo; que cuando se le deseca, se vuelve verde y adquiere por el frotamiento un lustre metálico: su composicion se espresa por la fórmula:

$$C_{16}\ N_{10}\ H_{12}\ O_{11} + Ag\ O.$$

Esta misma disolucion forma con el nitrato de barita un precipitado pulverulento de un hermoso color de granate oscuro, que se vuelve verde si le calienta á 130°; espuesto á la temperatura ordinaria recobra su color primitivo. Su fórmula es:

$$C_{16}\ N_{10}\ H_{12}\ O_{11} + Ba\ O.$$

Los líquidos en que se han formado estos precipitados contienen una materia que los nitratos de plata y de barita precipitan en copos blancos, cuando se les concentra y añade amoniaco.

El nitrato de plomo no produce precipitado en la disolucion de murexida, al paso que el acetato de plomo precipita una cantidad tan considerable de copos rojos, que la mezcla se convierte en una masa. Estas trasformaciones no han sido aún estudiadas.

FRISTCHE deduce de sus análisis que la fórmula de la murexida es: $C_{16}\ N_{12}\ H_{16}\ O_{11}$; la de la sal de plata $C_{16}\ N_{10}\ H_{10}\ O_{11} + Ag\ O$, y la de la barita $C_{16}\ N_{10}\ H_{12}\ O_{12} + Ba\ O$. Segun él, la murexida es una sal que tiene por base el amoniaco, la cual cambia, con una sal de plata, 1 equivalente de amoniaco por 1 átomo de óxido de plata. Este modo de ver está en contradiccion con todos los conocimientos que poseemos respecto á la constitucion de las sales.

Cuando un óxido metálico descompone una sal amoniacal, el equivalente de metal reemplaza siempre 8 átomos de hidrógeno y 2 de nitrógeno (1 átomo de amonio). Para esplicar, segun la teoría de FRISTCHE, el modo como se forma la combinacion argéntica de la murexida, es preciso admitir que 1 átomo de amida ($N_2\ H_4$), ó 1 equivalente de amoniaco ($N_2\ H_6$) es reemplazado por 1 átomo de óxido de plata, lo que no tiene analogía. Finalmente, la fórmula de la murexida, que ha deducido este químico de la combinacion argéntica, de ningun modo esplica la formacion de este cuerpo. Solo por medio de investigaciones mas profundas es como

podremos averiguar las descomposiciones que esperimenta la murexida por la accion de las sales metálicas; por lo demas el modo como se conduce este cuerpo con el ácido sulfhídrico y el acetato de plomo la separan de las sales amoniacales.

Murexana.

Fórmula: $C_6 N_4 H_8 O_5$.

6 át. de carbono	=	458,61 —	33,64
4 át. de nitrógeno	=	354,08 —	25,97
8 át. de hidrógeno	=	49,91 —	3,66
5 át. de oxígeno	=	500,00 —	36,73
1 át. de murexana.	=	1362,60 —	100,00

Ha sido descubierta por PROUT, el cual la denominó ácido purpúrico. Es un producto de la descomposicion de la murexida.

Preparacion.

Para obtenerla, se disuelve la murexida en la potasa cáustica con el ausilio del calor, se la calienta hasta que desaparece el color azul y se añade en seguida un esceso de ácido sulfúrico diluido.

Propiedades.

Cristaliza en laminitas sedosas muy brillantes, insolubles en el agua y en los ácidos diluidos; se disuelve en frio en el amoniaco y en los demas álcalis sin neutralizarlos. El ácico sulfúrico concentrado la disuelve, y la abandona si se le diluye en agua. La disolucion de murexana en el amoniaco toma un color rojo de púrpura en contacto con el aire, y deposita unos cristales brillantes de murexida; un esceso de amoniaco descolora el líquido y suministra por la evaporacion cristales de oxalurato de amoniaco. 1 átomo de alloxantina y 2 equivalentes de amoniaco contienen los elementos de 1 equivalente de uréa, de 1 átomo de murexana y de 5 de agua. 2 átomos de murexana, 1 equivalente de amoniaco y 3 átomos de oxígeno contienen los elementos de 1 de murexida y de 5 de agua: la suma de los elementos de 1 átomo de murexana,

RADICAL BENZOILA.

Fórmula : $C_{14} H_{10} O_2 = Bz$.

Se da el nombre de *benzoila* al radical hipotético de una clase de combinaciones que proceden del aceite volátil de almendras amargas, ó que tienen cierta semejanza con él. La esencia de almendras amargas se halla en los huesos de varias frutas, en las hojas del laurel cerezo y en la amigdalina, y se la puede obtener por muchos y diversos procedimientos.

Acido benzoico.

Fórmula: $C_{14} H_{10} O_3$, $H_2 O$; símbolo $= Bz\ O$.

Composicion :

14 át. de carbono	=	1070,090 —	74,43
10 át. de hidrógeno	=	62,397 —	4,34
3 át. de oxígeno	=	300,000 —	21,23
1 át. de ácido anhidro	=	1432,487 —	100,00
1 át. de agua	=	112,479 —	7,85
1 át. de ácido cristalizado	=	1544,966 —	107,85

Este ácido existe ya formado en el benjuí y en la sangre de drago.

Se produce por la oxidacion del hidruro de benzoila al aire, por la descomposicion de varias combinaciones de benzoila, por la que esperimentan el ácido hippúrico y la amigdalina bajo la influencia de las materias oxidantes, por la accion de la potasa sobre ciertas esencias, como, por ejemplo, la de canela, y en otras muchas circunstancias.

Segun MOHR, el mejor método para preparar el ácido benzóico perfectamente puro, es el que sigue: se estiende con uniformidad 1 libra de benjuí quebrantado, en una vasija de hierro fundido de 8 á 9 pulgadas de diámetro por 2 de profundidad, se cubre con un papel de filtro, que se pega con engrudo á los bordes de la vasija, y por último se recubre todo el aparato con un cucurucho de papel de estraza, cuyo borde inferior se sujeta á la vasija por medio de un bramante. Es preferible dar al cucurucho la forma de un sombrero comun de hombre, mas bien

que la de un cono, á fin de que los cristales se adhieran mas. Para el buen éxito de la operacion es preciso aplicar el calor con uniformidad, y con este objeto se coloca la vasija de hierro sobre una plancha del mismo metal, cubierta con una capa de arena que se pone sobre un hornillo. Por este medio se consigue tambien el preservar el papel de la accion del fuego. Este debe durar unas 3 ó 4 horas, y ser bien conducido, en razon á que cuanto con mas regularidad y lentitud se efectúa la sublimacion, tanto mas hermoso y puro es el producto que se obtiene. Al cabo de este tiempo, se halla el cucurucho lleno de hermosos cristales de ácido benzóico de una blancura estremada, y enteramente exentos de el aceite negro y empireumático que, por lo comun, altera su pureza; por el contrario tienen un hermoso olor á benjuí bien pronunciado. Se echa de ver que la ventaja principal de este método consiste en el papel que cubre la vasija de hierro, el cual sirve, por decirlo así, de tamiz á los vapores de ácido benzóico, impregnándose de aceite, sin dejarle penetrar. Está suficientemente probado que no hay necesidad de agujerear el papel de filtro, porque su porosidad llena muy bien el objeto; ademas el tambor impide el que el ácido benzóico que se ha sublimado caiga sobre la masa resinosa, y esperimente por este medio nuevas sublimaciones que podrian ocasionar su descomposicion. Operando en esta forma se obtiene 4 por ciento de ácido benzóico, que es lo que resulta por el procedimiento de la farmacopea francesa.

Se prepara el ácido benzóico por la vía húmeda, hirviendo por espacio de algunas horas, en 40 partes de agua, una mezcla íntima formada de partes iguales de hidrato de cal y de benjuí reducido á polvo fino; se filtra despues el líquido, se le concentra hasta 1/3 de su volúmen, se añade ácido clorohídrico, y por el enfriamiento se obtiene el ácido benzóico cristalizado. Debe tenerse sumo cuidado de no emplear menos cantidad de cal que la indicada, y de mezclar perfectamente ambas sustancias, pues de lo contrario toda la materia se aglomera en el agua hirviendo, y forma una masa sólida, de la que no se puede estraer el ácido benzóico, si no se la pulveriza y mezcla con una nueva cantidad de hidrato de cal.

Se obtiene tambien este ácido hirviendo el ácido hippúrico por espacio de un cuarto de hora con ácido nítrico de la densidad de 1,42, añadiendo agua y dejándole que cristalice.

Para purificar el ácido benzóico estraido del benjuí, se le somete á una segunda sublimacion, ó bien se le hierve con ácido nítrico, ó finalmente, se hace pasar una corriente de cloro por su disolucion acuosa hirviendo.

Teoría.

El ácido benzóico existe enteramente formado en el benjuí; la mayor parte se halla en estado libre, y se le puede separar por la sublimacion. La cal disuelve el ácido benzóico del benjuí á la temperatura de la ebulicion, y deja la resina; cuando se trata el benzoato de cal por un ácido mas poderoso, se descompone y se precipita el ácido benzóico. El ácido hippúrico contiene la benzamida combinada con una materia particular que se descompone por la accion del ácido nítrico. Cuando se calienta la benzamida en contacto con los ácidos, se descompone y produce amoniaco y ácido benzóico.

Propiedades.

El ácido benzóico cristaliza en agujas hexagonales, ó en láminas flexibles, blancas, diáfanas y nacaradas. Cuando se halla químicamente puro es inodoro; espuesto al fuego adquiere un olor análogo al del benjuí; tiene un sabor dulce y picante, é irrita el paladar. Enrojece débilmente el tornasol, se funde á 120°, y se sublima á 145°, despidiendo en esta operacion cierta luz en la oscuridad: hierve á 239°, y la densidnd de su vapor es = 4,27. El cloro y el ácido nítrico diluido no le alteran; el ácido nítrico fumante le convierte en una materia resinosa amarilla, que tiene un sabor amargo; se disuelve en el ácido sulfúrico concentrado, y se le puede precipitar de esta disolucion por medio del agua. Si se le calienta en contacto con el aire, despide unos vapores blancos muy ácres que escitan la tos.

Es muy inflamable y se quema con una llama fuliginosa sin dejar residuo.

Se disuelve en 200 partes de agua fria, y en 25 del mismo líquido hirviendo: cuando se calienta su solucion, se volatiliza con el vapor acuoso. Se disuelve en 2 partes de alcohol y en la misma cantidad de éter.

Benzoato de amoniaco.

Fórmula: $Bz\,O + N_2\,H_8\,O$.

Preparacion.

Se obtiene saturando en caliente el ácido benzóico por el amoniaco cáustico.

Propiedades.

Esta sal cristaliza en penachos; es delicuescente y soluble en el alcohol anhidro.

El benzoato neutro se trasforma por la ebulicion, y aun solo por la evaporacion, en benzoato ácido, el cual se presenta bajo la forma de gruesos cristales regulares.

Otros benzoatos.

En las combinaciones que forma el ácido benzóico con los óxidos metálicos, el agua que contiene aquel, se halla reemplazada, en general, por 1 equivalente de óxido metálico.

Los benzoatos solubles tienen un sabor salado y picante; la mayor parte de los ácidos precipitan el ácido benzóico. Lo mismo se observa con las sales insolubles, cuyo óxido puede formar una sal soluble con el ácido que se añade.

Segun LECANU y SERBAT, algunos de los benzoatos insolubles se disuelven en el acetato de potasa y en el de sosa, y en el nitrato de esta última base, al paso que son insolubles en el nitrato y en el sulfato de potasa, y en el sulfato de sosa.

Los benzoatos alcalinos se descomponen por la destilacion seca en carbonatos de las mismas bases y en otros productos resultantes de la descomposicion del ácido benzóico.

Cuando se calienta el ácido benzóico á el calor rojo oscuro con un esceso de hidrato de cal, se descompone en ácido carbónico y benzola.

Benzoatos de potosa, de sosa, de litina y de magnesia.

Son muy solubles y difíciles de cristalizar.

Benzoatos de barita y de estronciana.

Son casi insolubles á la temperatura ordinaria, bastante solubles en el agua hirviendo y cristalizan en rombos.

Bonzoato de cal.

Cristaliza en agujas flexibles ó en prismas lustrosos, que contienen 1 átomo de agua de cristalizacion; se disuelve en 20 partes

impuro y se halla coloreado; se le puede purificar por diversos medios. Si se hace uso del carbon animal, hay una pérdida considerable. Es preferible hacer pasar una corriente de cloro por la disolucion impura mientras está caliente, ó bien añadir un poco de ácido clorohídrico y cloruro de cal, hasta que desaparezca el olor y el color.

Propiedades.

Cristaliza en prismas de cuatro planos terminados por apuntamientos diedros; estos cristales son muy gruesos, semi-trasparentes y tienen un sabor ligeramente amargo; enrojecen fuertemente el tornasol. Cuando se le somete á la accion del fuego, se funde y convierte en un líquido oleaginoso sin perder de peso, el cual se trasforma en una masa cristalina por el enfriamiento. Si se eleva mas la temperatura, se descompone en ácido benzóico y en benzoato de amoniaco, que destilan bajo la forma de gotitas rojas, esparcen un olor muy grato parecido al del haba tonka y cristalizan por el enfriamiento: este olor es debido á un producto oleoso que se forma en este caso; á lo último de la destilacion se obtiene ácido cianhídrico y un resíduo poroso de carbon. El ácido hippúrico se disuelve en 400 partes de agua fria, pero es muy soluble en caliente; se disuelve en mayor proporcion en el alcohol y es casi insoluble en el éter.

El ácido sulfúrico concentrado le disuelve á un calor moderado sin colorearse: aumentando la temperatura la mezcla se ennegrece y se sublima ácido benzóico acompañado de ácido sulfuroso.

El ácido nítrico le convierte al poco tiempo en ácido benzóico: el ácido clorohídrico le disuelve sin descomponerle.

El peróxido de manganeso y el ácido sulfúrico le convierten, con el ausilio del calor, en ácido carbónico, amoniaco y ácido benzóico. Hirviéndole con agua y el óxido de plomo de color de pulga se trasforma en benzamida y ácido carbónico. Si se destila el ácido hippúrico con cuatro veces su peso de hidrato de cal, se descompone en amoniaco y benzola (benzina) y queda un resíduo negro agrisado.

Cuando se deja abandonada por bastante tiempo la orina de caballo, ó bien cuando se la evapora con rapidez, no se obtiene el menor indicio de ácido hippúrico y sí únicamente ácido benzóico.

El ácido hippúrico existe en la orina combinado con el amoniaco ó la sosa; los ácidos minerales le separan de esta combinacion.

Hippuratos.

El ácido hippúrico forma con los álcalis y las tierras alcalinas sales solubles y cristalizables.

Las combinaciones que produce este ácido con los óxidos metálicos propiamente dichos, á escepcion de la de hierro, son poco solubles en el agua á la temperatura ordinaria, pero se disuelven en más abundancia á la de ebulicion y cristalizan por el enfriamiento.

El hippurato de hierro tiene el mismo color y aspecto que el benzoato de este metal. La sal de plata es anhidra.

Los ácidos enérgicos descomponen todos los hippuratos, y dejan el ácido hippúrico en libertad; cuando se les funde con la cal ó el hidrato de potasa, desprenden amoniaco, y producen un líquido oleaginoso que probablemente es benzola.

PRODUCTOS QUE RESULTAN DE LA DESCOMPOSICION DE LAS COMBINACIONES DE BENZOILA.

Acido hiposulfobenzóico.

Sinónimo: *ácido sulfobenzóico.* Fórmula: $C_{14} H_8 O_3 + S_2 O_5 + 2$ *aq*.

El ácido hiposulfobenzóico es un ácido bibásico descubierto por MISTCHERLICH.

Preparacion.

Se trata la sal ácida de barita por el ácido sulfúrico diluido, que precipita toda la barita; se filtra el líquido, se le evapora á fuego desnudo, y despues en el vacío sobre el ácido sulfúrico, por cuyo medio se obtiene este ácido cristalizado.

Teoría.

La reaccion es muy sencilla: 2 átomos de ácido sulfúrico actúan sobre 1 de ácido benzóico y forman 1 de ácido hiposulfobenzóico y otro de agua.

Propiedades.

Los cristales de este cuerpo son indeterminados, incoloros, delicuescentes y tienen un sabor muy ácido. Se le puede calentar hasta 150^{0} sin que se altere, pero á una temperatura mas elevada

se descompone. Los ácidos clorohídrico y nítrico le disuelven en caliente sin alterarle : tratando la disolucion por el nitrato de barita ó el cloruro de bario , se produce hiposulfobenzoato ácido de barita.

Hiposulfobenzoatos.

El ácido hiposulfobenzóico forma dos clases de sales; en las sales neutras existen 2 equivalentes de óxido metálico , y en las sales ácidas desecadas á 100°, 1 de óxido metálico y otro de agua. Cuando se calcina cualquiera de estas sales con un escesode hidrato de potasa , dejan un resíduo compuesto de sulfito , sulfato y carbonato de potasa.

Hiposulfobenzoato de barita.

Fórmula : $C_{14} H_8 O_3 + S_2 O_5 + 2 BaO$.
Segun las análisis de FEHLING está constituido de:

1 át. de ácido hiposulfúrico	= 902,320	—	21,252
14 át. de carbono	= 1090,090	—	25,297
8 át. de hidrógeno	= 49,018	—	1,464
3 át. de oxígeno	= 300,000	—	6,914
2 át. de barita	= 1913,760	—	45,073
1 át. de sal de barita	= 4236,088	—	100,000

Se obtiene dirigiendo los vapores de ácido sulfúrico anhidro á un recipiente seco rodeado de agua fria que contenga ácido benzóico , de lo que resulta una masa viscosa, análoga á la trementina, la que se trata despues por el agua cuando se observa que ha desaparecido el aspecto cristalino del ácido benzóico. Cuando el líquido ácido ha abandonado por el reposo el esceso de ácido benzóico, se le neutraliza por el carbonato de barita , se evapora la materia y se añade ácido clorohídrico : el hiposulfobenzoato de barita cristaliza por el enfriamiento. Se le purifica tratándole por el carbon animal, y redisolviéndole y cristalizándole diferentes veces.

Cristaliza en prismas romboidales, oblícuos, incoloros y trasparentes ; se disuelve en 20 partes de agua fria y en menor cantidad de el mismo líquido hirviendo. Los cristales contienen 3 átomos de agua de cristalizacion = 9,6 por ciento, que abandonan á 100°.

Hiposulfobenzoato de barita neutro.

Se prepara esta sal hirviendo la sal anterior con el carbonato de barita; es mas soluble que la sal ácida; cristaliza difícilmente en formas regulares, y resiste un calor de 350° sin descomponerse.

Hiposulfobenzoato de plomo.



Se obtiene tratando por el acetato de plomo una disolucion diluida é hirviendo de la sal anterior, en cuyo caso se forman unas agujas sedosas, blancas, agrupadas en forma de estrellas, de hiposulfobenzoato de plomo. Esta sal es casi insoluble en el agua fria y bastante soluble en este líquido hirviendo: contiene 2 átomos de agua de cristalizacion.

Acido bromobenzóico.

Fórmula del ácido cristalizado: $C_{28} H_{18} Br_2 O_8 + 2\,aq.$

Este cuerpo es un ácido bibásico descubierto por PELIGOT.

Se obtiene introduciendo un tubo lleno de bromo, en un frasco que contenga benzoato de plata seco, el que se tapa bien despues y se le deja abandonado á sí mismo; el bromo se evapora á la temperatura ordinaria, y es absorbido inmediatamente por el benzoato de plata; cuando se observan unos vapores rojos permanentes, la operacion está terminada. En seguida se trata el producto por el éter, que disuelve el ácido bromobenzóico y deja el bromuro de plata. Evaporando la disolucion etérea se obtiene un líquido oleaginoso pardusco, que al poco tiempo se convierte en una masa cristalina. El ácido bromobenzóico preparado por este medio contiene siempre una corta cantidad de ácido benzóico y un cuerpo oleoso que le dá color. Para obtenerle perfectamente puro se le satura con potasa, se descolora la disolucion con carbon animal, y se la trata por el ácido nítrico que deja el ácido bromobenzóico en libertad.

Cristaliza confusamente, es incoloro, se funde á 100° y se sublima á 250°, dejando un resíduo de carbon. Es muy poco soluble en el agua, bastante soluble en el alcohol y se disuelve en el éter y en el espíritu de madera; es inflamable y se quema con una llama fuliginosa verde en los bordes. La disolucion de ácido bromobenzóico no forma precipitado de bromuro de plata con el nitrato de este metal.

La formacion de este ácido es la siguiente: los vapores de bro-

Cloruro de benzola.

Fórmula : $C_2 H_2 Cl_2$, ó bien $C_{12} H_{12} Cl_{12}$ (MITSCHERLICH).
Sinónimos : *cloruro de benzina, hidroclorato de clorobenzina.*
Ha sido descubierto por MITSCHERLICH y PELIGOT.
Composicion :

12 át. de carbono	= 917,220	—	25,16
12 át. de hidrógeno	= 74,877	—	2,06
12 át. de cloro	= 2655,900	—	72,78
1 át. de cloruro de benzola	= 3647,997	—	100,00

Si se espone la benzola en contacto con el cloro gaseoso á la accion directa del sol, se convierte en una masa cristalina que es el cloruro de benzola.

Este cuerpo es incoloro, cristalizable, fusible á 132°, y hierve á 288°, en cuyo caso esperimenta una descomposicion parcial. Se disuelve en el alcohol y en el éter, y cristaliza fácilmente de su disolucion etérea.

Clorobenzida.

Fórmula : $C_{12} H_6 Cl_6$ (MITSCHERLICH).
Sinónimo : *clorobenzina.*
Su descubrimiento se debe á MITSCHERLICH.
Composicion :

12 át. de carbono	= 917,220	—	40,18
6 át. de hidrógeno	= 37,438	—	1,64
6 át. de cloro	= 1327,950	—	58,18
1 át. de clorobenzida	= 2282,608	—	100,00

Se obtiene destilando el cloruro de benzola con el hidrato de cal.

Es un líquido oleaginoso é incoloro, que hierve á 210°; su densidad es 1,157 y la de su vapor 6,37.

El bromo forma con la benzola combinaciones análogas á las del cloro.

Benzona.

Fórmula : $C_{13} H_{10} O$ (PELIGOT).

Ha sido descubierta por PÉLIGOT y MITSCHERLICH ; este últim la ha dado el nombre de *carbobenzida.*

Composicion:

13 át. de carbono	=	993,655	—	85,95
10 át. de hidrógeno	=	62,397	—	5,40
1 át. de oxígeno	=	100,000	—	8,65
1 át. de benzona	=	1156,052	—	100,00

Es un producto que se obtiene en la destilacion del benzoato de cal.

Para prepararla se calienta esta sal primero en baño de maría, y despues á una temperatura de 200°, hasta que deje de producirse benzola. El resíduo dá por la destilacion benzona mezclada con cantidades variables de naftalina. Esponiendo el líquido que resulta á un frio de —20° se separa la naftalina, y la parte líquida que queda, segun PELIGOT, es la benzona pura.

Es un líquido oleaginoso, viscoso, incoloro ó pajizo, y mas pesado que el agua. El cloro y el ácido sulfúrico le descomponen ; el ácido nítrico y el hidrato de potasa no le alteran.

PRODUCTOS DE LA DESCOMPOSICION DEL HIDRURO DE BENZOILA.

Hidrobenzamida.

Fórmula : $C_{42} H_{36} N_4$ (LAURENT).

Este cuerpo ha sido descubierto por LAURENT.

Si se espone á una temperatura de 40° á 50° una mezcla de 1 volúmen de hidruro de benzoila y 20 de amoniaco cáustico concentrado, en un vaso herméticamente tapado, se forma, pasadas algunas horas, una masa cristalina, que se lava despues con éter frio, el cual no disuelve la hidrobenzamida. Disolviendo el resíduo en alcohol y sometiendo el líquido á la evaporacion espontánea, se obtienen unos cristales regulares de hidrobenzamida.

Cristaliza en octaedros ó en prismas romboidales, incoloros, inodoros é insípidos; estos cristales se funden á 110°, se queman con una llama fuliginosa, y se descomponen por la destilacion seca

dejando un resíduo carbonoso. Es insoluble en el agua, bastante soluble en el alcohol, y casi insoluble en el éter. Cuando se hierve la disolucion alcohólica se descompone y produce amoniaco é hidruro de benzoila. El ácido clorohídrico la convierte rápidamente, con el ausilio de un calor suave, en hidruro de benzoila y sal amoniaco. El hidrato de potasa apenas egerce accion sobre ella.

Con el trascurso del tiempo se descompone espontáneamente.

Es fácil de esplicar el modo como se forma: 3 átomos de hidruro de benzoila y 2 equivalentes de amoniaco se descomponen, y resulta hidrobenzamida y agua.

$$3\,(C_{14}\,H_{12}\,O_2) + 2\,N_2\,H_6 = 6\,H_2\,O + C_{42}\,H_{36}\,N_4\,.$$

Cuando en lugar de preparar la hidrobenzamida con el hidruro de benzoila puro se hace uso del aceite de almendras amargas impuro, tal como se le halla en el comercio, se obtiene, segun LAURENT (Anales de Fís. y Quím., t. LXV, pág. 180), una masa resinosa amarillenta, que es una mezcla formada de *hidrobenzamida*, *benzhidramida*, *azobenzoila* y *azotido benzoílico*.

Benzhidramida.

Tiene la misma composicion que la hidrobenzamida (LAURENT).

Se obtiene tratando por el éter hirviendo la masa resinosa y cristalina de que acabamos de hacer mencion; la hidrobenzamida y la benzhidramida se disuelven, y si se continúa hirviendo la mezcla, la primera de estas dos sustancias se descompone en amoniaco é hidruro de benzoila, y se obtienen por el enfriamiento cristales de benzhidramida mezclados con azobenzoila. Se tratan despues estos cristales por el alcohol hirviendo, el cual disuelve la benzhidramida que se deposita por el enfriamiento y queda la azobenzoila. Se purifica la benzhidramida, disolviéndola en el alcohol y cristalizándola repetidas veces.

Cristaliza en prismas rectos de 4 ó 6 planos: cuando se la somete á la accion del calor se funde y se convierte en un líquido trasparente que cristaliza por el enfriamiento; á una temperatura mas elevada se descompone y deja un resíduo carbonoso. No se altera cuando se la hierve con el ácido clorohídrico.

Los cristales de benzhidramida se hallan por lo comun mezclados con otros que tienen una forma diferente, y provienen, segun parece, de algun cuerpo estraño.

Azobenzoila.

Fórmula : $C_{42} H_{30} N_4$ (LAURENT).

El resíduo que se obtiene en la preparacion de la benzhidramida, contiene la azobenzoila y el azotido benzoílico ; cuando se le trata con 100 partes de alcohol hirviendo, y se deja enfriar el líquido, se deposita la azobenzoila cristalizada.

La disolucion alcohólica la abandona bajo la forma de un polvo ténue, blanco y cristalino, que se descompone cuando se le calienta y deja un resíduo de carbon.

Atendiendo á su composicion se la puede considerar como una combinacion formada de 3 átomos de benzoila, cuyo oxígeno ha sido reemplazado por el nitrógeno de 4 átomos de amoniaco.

$$C_{42} H_{30} O_6 + N_4 H_{12} = C_{42} H_{30} N_4 + 6 H_2 O.$$

Azotido benzoílico.

Fórmula: $C_{14} H_{10} N_2$ (LAURENT).

Cuando se prepara la azobenzoila, queda una materia que no se disuelve en el alcohol hirviendo, que es el azotido benzoílico.

Esta sustancia es un polvo cristalino, insípido, blanco, casi insoluble en el alcohol, que se descompone á una temperatura elevada. Los álcalis la convierten en otro cuerpo cristalino.

Benzimida.

Fórmula : $C_{28} H_{22} N_2 O_4$ (LAURENT).

Este cuerpo, que es uno de los elementos del aceite de almendras amargas impuro, ha sido descubierto por LAURENT.

Composicion :

28 át. de carbono	=	2140,180 —	74,86
22 át. de hidrógeno	=	137,274 —	4,94
2 át. de nitrógeno	=	177,040 —	7,00
4 át. de oxígeno.	=	400,000 —	13,20
1 át. de benzimida	=	2854,494 —	100,00

La benzimida cristaliza en láminas ó en agujas de color blanco,

Apéndice á las combinaciones del ácido úrico. 221
Oxido xántico. 221
Cistina ú óxido cístico. 222

BENZOILA.

Combinaciones de la benzoila con el oxígeno, el cloro, etc. 223
Acido benzóico. id.
Hidruro de benzoila. 229
Cloruro de benzoila. 230
Bromuro de benzoila. 231
Ioduro de benzoila. id.
Sulfuro de benzoila. 232
Cianuro de benzoila. id.
Benzamida. 233
Combinaciones particulares de la benzoila. 235
Acido formobenzoílico. id.
Benzoato de hidruro de benzoila (hidrato de hidruro de benzoila). 236
Acido hipúrico. 238
Productos formados por la descomposicion del ácido benzóico y de sus sales. 240
Acido hiposulfobenzóico. id.
— bromobenzóico. 242
Benzola (benzina). 243
Sulfobenzida. 244
Acido híposulfobenzídico. 245
Nitrobenzida. 246
Azobenzida. id.
Cloruro de benzola (clorhidrato de clorobenzida). 247
Clorobenzida. íd.
Benzona. 248
Productos de la descomposicion del hidruro de benzoila. id.
Hidrobenzamida. id.
Benzhidramida. 249
Azobenzoila. 250
Azotido benzoílico. id.

FIN DEL ÍNDICE.

10
12
20
18
120

2
6

6
2

